

# 高浓度糖醇制药废水的处理

王成福, 赵光辉, 王运刚

(禹城福田药业有限公司, 山东 禹城 251200)

[摘要] 介绍了“曝气调节+微电解反应+中和沉淀+UASB 厌氧+好氧 ICEAS”为主体的工艺在高浓度糖醇制药废水治理中的应用情况。监测数据表明, 该工艺处理效果稳定、可靠, 出水指标能够达到 GB 8978—1996 污水综合排放标准中二级标准。产生了有良好的社会效益和经济效益。

[关键词] 糖醇制药废水; 微电解反应; 厌氧反应器

[中图分类号] X703.1 [文献标识码] B [文章编号] 1005-829X(2006)01-0072-04

## Treatment of highly concentrated xylose and xylitol pharmaceutical wastewater

Wang Chengfu, Zhao Guanghui, Wang Yungang

(Yucheng Futian Pharmacy Co., Ltd., Yucheng 251200, China)

Abstract: The application of the technology mainly consisting of aerating regulation + micro-electrolysis reaction + neutralization settling + anaerobic of UASB + aerobic of ICEAS to the treatment of highly concentrated xylose and xylitol wastewater is introduced. The monitoring data indicates that the technology has stable and reliable results. The effluent water reaches the Second Grade Standard of Comprehensive Effluent Discharge (GB 8978—1996). And, it has very good economic and social benefits.

Key words: xylose and xylitol pharmaceutical wastewater; micro-electrolysis reaction; anaerobic reaction

禹城福田药业有限公司是以玉米芯为原料, 经水解、脱色、离子交换、加氢、蒸发、结晶、离心、烘干等工序生产原料药木糖醇的厂家<sup>[1]</sup>。在生产过程中, 产生的废水含有大量玉米芯渣、木质素、SS 等有机物和  $SO_4^{2-}$  离子等无机物, 且浓度高, 难降解。同时, 由于生产工艺流程长, 生产过程废水属无规律性间歇排放, 造成各股废水的水质、水量变化大, 成分复杂, 处理有一定的难度。为保护环境, 避免公司废水对周围环境造成污染, 必须对其进行处理, 使其达标排放。

### 1 废水水质及处理目标

拟处理的废水包括玉米芯清洗水、水解预处理废水、树脂再生废水、树脂正洗废水、凉水塔循环水等。各股废水的水质情况见表 1。

表 1 各股废水水质

项 目	pH	COD <sub>Cr</sub>	SS	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
玉米芯清洗水	5.3	2 400	560	—
水解预处理废水	2.1	8 900	468	110
树脂再生废水	10.8	5 470	128	670
树脂正洗废水	12.6	5 340	380	720
凉水塔循环水	3.5	450	56	—

注: 各项目单位除 pH 外均为 mg/L。

根据我们对综合水样的化验, 并参照同行业的废水水质, 确定全厂综合废水的设计水质情况见表 2。

表 2 综合设计废水水质

污染物名称	综合设计废水	处理指标
COD <sub>Cr</sub>	5 457	150
BOD <sub>5</sub>	1 900	30
SS	355	150
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	559	
NH <sub>3</sub> -N	24	25
pH	5~6	6~9

注: 各项目单位除 pH 外均为 mg/L。

(2) 根据禹城市环保局对企业的要求, 废水经处理后达到《污水综合排放标准》GB 8978—1996 中的二级标准, 具体指标参见表 2。同时, 考虑到公司排水水质、水量的波动和公司的发展前景, 确定公司废水处理站设计处理量为 6 000 m<sup>3</sup>/d。

### 2 工艺设计

#### 2.1 工艺流程

考虑到废水中的主要污染物为有机物, COD<sub>Cr</sub> 比较高, 具有较好的可生化性, 适宜采用生物法进行

处理。因此确定采用“厌氧 UASB+好氧 ICEAS”的主体工艺, 具体工艺流程如图 1 所示。

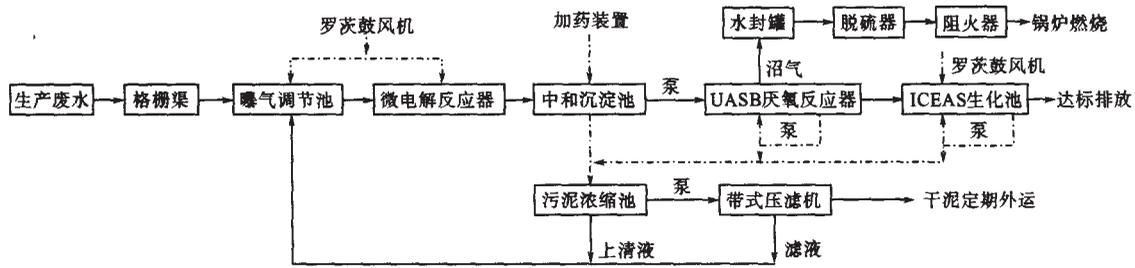


图 1 工艺流程

## 2.2 主要单元

(1) 格栅渠。生产废水从各车间排出, 经主地沟直接排至格栅渠。格栅渠设有固定粗格栅和机械细格栅, 用来拦截去除废水中的玉米芯渣等漂浮物和悬浮物质, 以保证后续处理构筑物 and 污水处理设施能够稳定运行。

(2) 曝气调节池。格栅渠出水进入曝气调节池。通过在池底设置的预曝气系统对废水进行搅动, 使废水得到充分的混合, 进行水量、水质的调节, 并消减部分污染负荷。

(3) 微电解反应器。废水由曝气调节池进入微电解反应器, 在该反应器中, 铁做阳极, 炭做阴极, 废水做电解质, 由此而形成原电池和电极反应, 该电极反应过程不耗电, 主要产生氧化还原、电附聚等作用, 可提高废水的可生化性, 且操作简单, 运行费用低。

(4) 中和沉淀池。微电解反应器出水至中和沉淀池, 通过向该池中投加石灰乳溶液调节 pH 值, 使其由 5.5 调至 7.5 左右。同时,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  与污水中的  $\text{SO}_4^{2-}$  发生反应生成  $\text{CaSO}_4$  沉淀, 因而可以除去大部分  $\text{SO}_4^{2-}$ 、部分悬浮物及其他一些污染物, 降低出水浊度和  $\text{BOD}_5$ 。

(5) UASB 厌氧反应器。沉淀池出水由水泵打入 UASB 反应器底部的布水系统, 废水由池底向上流动, 经过由絮状或颗粒状污泥组成的污泥床, 随着污水与污泥相接触而发生厌氧反应, 污泥层对悬浮物、有机物进行吸附、网捕、生物絮凝和降解, 产生沼气等气体并引起污泥床搅动。自由气泡和附着在污泥颗粒上的气泡上升至三相分离器, 被收集在总集气室内, 然后经水封罐、阻火器、脱硫器等, 用于锅炉燃烧。经脱气的污泥和污水经过反应区后再进入三相分离器的沉淀区, 在重力作用下, 水和泥分离, 上清液经出水堰排出。沉淀区下部的污泥通过反射板回

落到污泥层的表面。

UASB 反应器可分为布水系统、反应区和气液固三相分离区。布水系统是 UASB 反应器的关键部分, 它使污泥与废水间充分接触, 最大限度地利用反应器内的污泥, 同时能够防止废水在过水断面产生涌流和死水区。反应区分为下部的污泥层与上部的悬浮污泥层, 污泥层污泥浓度较高, 废水从污泥层底部进入, 与污泥层中的污泥进行混合接触。微生物分解废水中的有机物产生沼气, 微小沼气泡在上升过程中, 不断合并逐渐形成较大的气泡。由于气泡上升产生较强烈的搅动, 在污泥层上部形成悬浮污泥层。气液固三相分离区即所谓的三相分离器, 它的主要功能是进行固体(污泥)、气体(沼气)、液体(被处理的废水)的三相分离, 其核心问题是完成固液分离, 将上浮的污泥固体截留下来, 使之返回反应区, 同时改善水质, 三相分离区对 UASB 反应器的处理能力与处理效率有重要影响<sup>[2]</sup>。

(6) ICEAS 生化池。UASB 厌氧反应器出水自流入 ICEAS 生化池前部的预反应区, 该区对微生物起到一定的过渡作用, 即从厌氧微生物到好氧微生物的平稳过渡。同时, 通过预曝气, 将 UASB 厌氧池中产生的  $\text{H}_2\text{S}$  吹脱出去, 避免对好氧微生物的影响。在该区内污水中的大部分可溶性 BOD 被活性污泥微生物吸附, 并低速 (0.03 ~ 0.06 m/min) 流入主反应区。在主反应区内按照“曝气、闲置、沉淀、排水”的程序周期运行, 使污水在反复的“好氧-厌氧”中完成去碳、脱氮和除磷等过程。在此生化池中采用的是连续进水、间歇曝气、周期排水的运行方式, 与传统的 SBR 池相比, 费用更省, 管理更方便。

(7) 污泥浓缩池。中和沉淀池污泥、UASB 厌氧反应器剩余污泥、ICEAS 生化池剩余排泥一同进入污泥浓缩池。靠重力自然浓缩后的污泥由泵打至污

泥脱水机(即带式压滤机),对污泥进行加压脱水,使污泥的含水率降至最低。滤液回流入调节池再行处理,干泥饼含水率降至 75%~85%左右时,可外运作农肥或焚烧。

### 2.3 工艺特点

(1)采用微电解反应器作为预处理工艺,COD去除率在 30%以上,改善了污水的可生化性,提高 BOD/COD 比值在 0.1~0.3 左右。

(2)UASB 厌氧工艺保证了大量的厌氧活性污泥和足够长的污泥龄,延长了固体停留时间,缩短了高浓度废水的停留时间,并能产生能源沼气,能耗低,剩余污泥量少。

(3)应用 ICEAS 工艺,有机物去除率高,处理效果好,并有脱氮功能,流程简单,操作管理方便,处理成本低。

(4)曝气设备选用高效、低能耗的 BG- 1 型微孔曝气器,具有充气量大、氧利用率高、运行稳定、曝气均匀的特点。

(5)工艺流程没有二次污染,真正实现了清洁、文明生产。

## 3 主要构筑物及设备

主要构筑物见表 3。

主要设备见表 4。

## 4 运行效果

### 4.1 运行监测数据

我们对污水处理工程各单元的处理效果进行了三个月的跟踪检测,监测数据见表 5。

表 3 主要构筑物

项目	外形尺寸	数量 /座	有效容积 /m <sup>3</sup>	停留时间 /h	备注
格栅渠	3m x0.9m x2m	1	5	—	砖混结构,地下式
曝气调节池	15m x15m x5m	1	1 000	4	钢砼结构,地下式
微电解反应器	15m x15m x5m	1	1 000	4	钢砼结构,地下式
中和沉淀池	15m x7.5m x5m	1	500	2	钢砼结构,地下式
UASB厌氧反应器	D15m x12m	3	6 000	24	钢砼结构,半地下式
ICEAS生化池	90m x15m x5m	1	5 500	6	钢砼结构,地上式
污泥浓缩池	D16m x4.0m	1	750	20	园形钢砼结构,半地下式

表 4 主要设备

项目	型号	数量	功率 /kW	备注
固定粗格栅	SDG- 800	1台	—	不锈钢
机械细格栅	XGS- 800	1台	0.75	不锈钢
罗茨鼓风机	BK6015- 150	5台	30	—
加药装置	D1.5m x1.5 m	2套	—	配减速机、流量计各 2套
提升泵	200WQ250- 22- 30	2台	30	带自耦装置
污泥回流泵	100LW100- 15- 7.5	5台	7.5	—
带式压滤机	DYQ- 1000	1台	1.5	—
水封罐	SF- 1000	2套	—	全钢结构
阻火器	ZHG- 300	1套	—	全钢结构
脱硫器	TLG- 500	2套	—	全钢结构

表 5 监测数据

序号	监测处理单元	COD <sub>C</sub> /(mg·L <sup>-1</sup> )		BOD <sub>5</sub> /(mg·L <sup>-1</sup> )		SS/(mg·L <sup>-1</sup> )		pH	
		进水	出水	进水	出水	进水	出水	进水	出水
1	曝气调节池	5 457	5 020	1 900	1 805	355	355	5.24	5.67
2	微电解反应器中和沉淀池	5 020	3 263	1 805	1 354	355	178	5.67	6.89
3	UASB厌氧反应器	3 263	816	1 354	270	178	125	6.89	7.25
4	ICEAS生化池	816	122	270	27	125	88	7.25	7.34

注:数据均为各处理单元监测的平均值。

从表 5 数据可以看出,经处理的污水指标完全能够达到《污水综合排放标准》GB 8978—1996 中的二级标准,满足了我们的要求。

### 4.2 社会效益

该工程具有良好的社会效益,按每年 330 d 工作日计,可减少 COD<sub>C</sub> 排放量约 10 563 t/a; 减少 BOD<sub>5</sub> 排放量约 3 709 t/a; 减少 SS 排放量约 529 t/a,避免了对附近生态环境、地下水的污染,提高了当地

的环境质量和人民群众的生活健康水平,并提高了企业的市场竞争力。

### 4.3 经济效益

整个污水处理工程总投资约 900 万元,其中土建工程投资约 400 万元,工艺投资约 500 万元。全年处理糖醇制药废水 1.98 ×10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>(以 330 d 计),运行成本分析如下:

(1)电费:系统运行功率 174 kW,工业用电以

0.50 元/(kW·h) 计算, 污水处理耗电 0.348 元/t。

(2) 人员工资: 操作管理人员 6 人, 当地人工费 27 元/(d·人), 污水处理人工费 0.027 元/t。

(3) 药剂费: 药剂包括石灰乳、PAC 和 PAM 等, 投加质量浓度总计 35 mg/L, 污水处理耗药剂费 0.12 元/t。

(4) 折旧费: 土建折旧按 30 a, 设备折旧按 15 a 计算, 折合污水处理费用 0.216 元/t。

(5) 处理每 t 废水的成本: 0.348+0.027+0.12+0.216=0.711 元

(6) 每年总运行费用为 141 万元(按 330 d 计)。另外, 工艺中采用 UASB 厌氧反应器每年可产生沼气 3.7 ×10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>, 1 m<sup>3</sup> 沼气热值相当于 1 kg 煤, 按 400 元/t 煤计算, 每年可为企业节约开支 148 万元, 则每年可为企业获得经济效益 7 万元。

### 5 结论

(1) 监测结果表明, 采用“曝气调节 + 微电解反

应 + 中和沉淀 + UASB 厌氧 + 好氧 ICEAS”为主体的工艺处理高浓度糖醇制药废水技术上是可行的, 出水完全能够达到 GB 8978—1996 中的二级标准。

(2) 该工艺设计合理, 布局紧凑, 占地面积少, 系统运行稳定、可靠, 剩余污泥少, 没有二次污染, 产生的沼气能够回收利用, 处理废水费用较低, 值得在糖醇制药废水处理工程中推广应用。

#### [参考文献]

[1] 尤新. 木糖醇的生产和应用[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1984: 55- 58.  
 [2] 江静杰, 马作同, 张航. 应用 UASB 反应器和接触氧化法治理洗米废水[J]. 工业水处理, 2004, 24(8): 75- 76.

[作者简介] 王成福(1972—), 1996 年毕业于天津轻工业学院, 工程师, 主要从事木糖、木糖醇等糖醇生产方面的研究。联系电话: 0534- 7266384, 13395345829, E-mail: wang- 00099@163.com.

[收稿日期] 2005 - 09 - 28(修改稿)

(上接第 71 页)

活性污泥浓度高, 生化系统没有受到破坏, 出水水质比较稳定。系统在近 3 a 的运行过程中没有出现污泥膨胀现象。

### 2.2 工程运行效果

经过三个多月的调试运行, 各个处理单元均已处于正常运行状态, 验收时在处理水量达到 26 000 m<sup>3</sup>/d 超过设计规模的情况下, 出水仍稳定达标, 证明了水解—微曝氧化沟工艺具有抗冲击性能的特点。本工程经四川省环境监测站监测验收, 综合运行监测结果见表 2。

表 2 工程运行监测结果 mg/L

项目	COD <sub>Cr</sub>	BOD <sub>5</sub>	SS
进水	668	230	670
出水	65.2	26	5
标准	150	30	30

### 2.3 工程投资及运行费用

该工程总投资 2 500 万元, 用地面积 8 700 m<sup>2</sup>, 占地指标(以单位水计)为 0.45 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>, 电耗 0.40 kW·h/m<sup>3</sup>。废水处理站定员 12 人, 月工资按 1 000 元计, 电费按 0.35 元/(kW·h) 计(纸厂自备有热电厂), 日常运行费用 0.32 元/m<sup>3</sup>(不包括折旧费和回收利用费), 运行费用估算见表 3。

表 3 运行费用估算

序号	项目	费用/(元·m <sup>3</sup> )
1	人工费	0.02
2	电费	0.14
3	药剂费	0.16
4	合计	0.32

### 3 结论

采用水解—微曝氧化沟为主体的工艺处理中段废水是成功的, 操作管理方便, 既有传统氧化沟抗水量、水质负荷冲击的优点, 又有能耗低的优点, 运行稳定, 不产生污泥膨胀, 出水达到国家排放标准。

#### [参考文献]

[1] 钱易. 现代废水处理新技术[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1993: 175- 178.  
 [2] 徐华. 草浆中段废水混凝沉淀- 厌氧- 好氧生物处理的工艺研究[J]. 给水排水, 1999, 25(1): 44- 46.

[作者简介] 袁敏忠(1968—), 1990 年毕业于湖南大学环境工程专业, 学士, 高工, 现就读于中山大学, 工程硕士研究生。联系电话: 13609085691, 020- 81853082.

[收稿日期] 2005 - 09 - 07(修改稿)

#### ·国外技术信息·

电化学法处理废水——William Jeffrey Roth, et al. US6916427  
 发明了一种用于处理工业或城市废水的工艺。在该工艺中, 废水首先经过预处理, 之后进入调节池。分析调节池中废水的 pH、DO 及 TDS 等控制参数, 调节池出水进入电解池, 在电解池中废水经电化学处理, 出水经一溢流堰进入第二调节池。该池中设有用于检测废水 pH、DO、TDS 和余氯等水质指标的探头。其出水经过过滤装置过滤后外排。(李绍全供稿)