

# 三段式生物法处理味精和饮料 生产废水

洪俊明

(深圳水务(集团)有限公司水技术研究所, 广东 深圳 518031)

**摘要:**根据味精废水和饮料废水水质互补性较强的特点,将味精废水和饮料废水混合,可降低味精废水中有机污染物浓度,并提高饮料废水可生物降解性。选用水解酸化-接触氧化-生物炭三段式生物法工艺对混合废水进行处理,节省了工程投资。2年多的运行结果表明,在混合进水中有机污染物、氨氮等浓度较高的条件下,经上述工艺处理后,出水水质可达到 GB 8978—1996 的一级排放标准,COD 和 BOD 的去除率均超过 99%,氨氮的去除率超过 96%。

**关键词:**废水处理;三段式生物法;味精废水;饮料废水

中图分类号:X79;TQ926.5

文献标识码:A

文章编号:0253-4320(2006)10-0059-03

## Three-phase biological process for treatment of monosodium glutamate wastewater and beverage wastewater

HONG Jun-ming

(Institute of Water Technology, Shenzhen Water group Co.Ltd., Shenzhen 518031, China)

**Abstract:** Based on the characteristics of good complementarity between the quality of monosodium glutamate wastewater and beverage wastewater, the mix of the two types of wastewater is consider to decrease the concentration of organic pollutants in monosodium glutamate wastewater and improve the biodegradation of beverage wastewater. A three-phase combination process of hydrolyzation-aerobic-biological carbon treatment was used to treat the mixed wastewater. The two-year running results showed that the water quality of effluent could meet the standard of GB 8978—1996(Grade 1), even if the water of influent having high concentration of organic pollutants and ammonia nitrogen, the degradation rates of COD and BOD were over 99% simultaneously, and that of ammonia was over 96%.

**Key words:** wastewater treatment; three-phase biological process; monosodium glutamate wastewater; beverage wastewater

味精废水因其排放量大,污染物浓度高,是轻工行业的主要污染源之一。目前味精废水的处理存在投资大、效果不理想或运转费用高等问题。味精废水的处理方法主要有物理-化学法和生物法,其他方法还有味精废水与其他废物协同处理法,味精废水综合利用法等。上述处理方法都取得了一定效果,但也存在一些问题,如:耗费时间长、设备昂贵、能源消耗大、运行管理困难、处理规模受到限制等。

某味精生产企业是以麸酸、盐酸、苏打等为原料,精制味精 13 200 t/a。其废水主要产生于树脂脱色过程中的树脂再生单元和结晶分离过程中高浓度有机废水的排放,废水化学耗氧量(COD<sub>Cr</sub>)、五日生化耗氧量(BOD<sub>5</sub>)、悬浮固态物体(SS)、氨氮浓度、色度和 pH 等均超过排放标准。该公司的子公司为纯净水、保健饮料生产企业,两厂区相邻,饮料生产废

水都需处理。饮料厂排放的废水具有有机物浓度高、SS 浓度大、pH 低、水质变化大等特点。笔者针对味精废水和饮料废水水质具有很强的互补性的特点,将 2 种废水进行混合处理,采用三段式生物法处理混合废水,经过 2 年多稳定的运行实践,处理后出水各项指标均达到 GB 8978—1996《污水排放综合标准》中的一级标准要求,取得了良好的效果。

### 1 废水特征及处理工艺

#### 1.1 废水来源

该公司的味精生产废水主要来源于 2 方面,即脱色树脂再生废水和结晶废液 2 个过程。脱色树脂再生废水主要来源于残液清洗废水、反冲洗废水、酸碱洗废水,结晶废液主要来源于结晶废液和晶体洗涤废水。味精废水排放量为 35 m<sup>3</sup>/d。饮料生产废

水主要来源于管道内部清洗、原料预处理产生的污水,设备清洗水和设备冷却水,以及产品检验时包装破损后的废弃饮料。废水水质变化很大,主要成分为糖、蛋白质等有机污染物,易于生物降解。2 股废水混合后进入原水槽,原水槽内污水的  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  高达 30 000 ~ 45 000  $\text{mg/L}$ , pH 为 3 ~ 4。

### 1.2 工艺分析

由于味精废水中有机污染物浓度高。其中主要有机污染物为残糖、有机酸、谷氨酸菌体等,大部分有机物可生化性较好,但其中大分子有机污染物生化降解的速度较慢,因此先经过原水混合槽将 2 种废水混合(饮料废水与味精废水的质量比约为 9:1),再进行统一处理,这样不仅降低了味精废水的浓度,缓冲了饮料废水水质变化大的特点,还提高了废水的可生化性。混合后总废水量约为 300  $\text{m}^3/\text{d}$ ,原水混合槽的废水水质参数见表 1。由表 1 中数据可知,混合后的味精废水和饮料废水适用于生化法进行处理。

表 1 原水槽混合废水水质

$\text{COD}_{\text{Cr}}/$ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	$\text{BOD}_5/$ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	SS 质量 浓度/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	氨氮质量 浓度/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	色度	pH
2000 ~ 4000	1200 ~ 1800	200 ~ 400	200 ~ 400	50	4 ~ 6

### 1.3 工艺流程

废水在原水混合槽混合后,经中和池酸碱中和后进入调节池调节水质、水量,考虑到味精废水中的大分子有机污染物的生化降解速度较慢,因此采用

了水解酸化和接触氧化法作为废水生物主要处理单元,再经过斜板沉淀后到达生物炭池处理工段,以确保各项指标均能达到排放标准。三段式生物法处理混合废水的工艺流程见图 1。

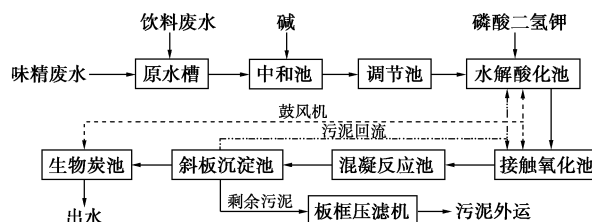


图 1 三段式生物法废水处理工艺流程图

## 2 主要构筑物及运行参数

### 2.1 主要构筑物

该工艺的主要构筑物有原水槽、中和池、调节池、水解酸化池、接触氧化池、斜板沉淀池、生物炭池等,具体参数见表 2。

表 2 主要构筑物设计参数

构筑物	有效容积/ $\text{m}^3$	停留时间/h
原水混合槽	700	2.5 d
中和池	5	15.0 min
调节池	48	4.0
水解酸化池	117	9.0
接触氧化池	290	23.0
一级/二级混凝反应池	1.8/2.8	1.80/2.38 min
斜板沉淀池	54	4.0
生物炭池	32	2.5

(上接第 58 页)

重芳烃的含量较高,这可能是因为反应的压力较高,而进料空速又偏低,造成了烷基化反应的增加,从而导致甲苯和重芳烃含量的增加。

## 4 结语

通过对 GTA 工艺的工程开发及工业化试验研究,可以得出以下结论:

(1)GTA 工艺是利用廉价的 LPG 原料生产苯、甲苯和二甲苯等轻质芳烃有效的工艺技术。

(2)与催化重整生产芳烃工艺相比,GTA 工艺生产芳烃的原料适应性强,并且产品不需要精制,工艺流程短,建设投资小,操作费用低。

(3)与 Cyclar 工艺相比,虽然 GTA 工艺的芳烃产率较低,但是工艺流程简单,并且燃料气(干气)产率明显降低,得到的副产品(民用液化气)也有较好的

经济效益。

### 参考文献

- [1] 李明辉. 碳四烃的综合利用[J]. 石油化工, 2003, 32(9): 808 - 814.
- [2] 韩金玉, 段衍泉, 刘翀, 等. 石油副产品的综合利用[J]. 石油化工, 2004, 33(11): 1101 - 1106.
- [3] Dooln P C, Pujado P R. Make Aromatics from LPG[J]. Hydrocarbon Processing, 1989, 68(9): 72 - 77.
- [4] 杨新康. 裂解轻油芳构化制取 BTEX 的工业试验[J]. 石油炼制与化工, 1994, 25(1): 26 - 30.
- [5] 郝代军, 刘丹禾, 李群柱, 等. 提高汽油辛烷值的芳构化技术[J]. 炼油设计, 2000, 30(6): 49 - 51.
- [6] 程志林, 臧自胜, 万惠霖, 等. ZnNi/HZSM-5 催化剂上混合  $\text{C}_4$  烃的芳构化反应[J]. 石油学报: 石油加工, 2002, 18(1): 24 - 30.
- [7] 张怀科, 郝代军, 郭益群. 液化石油气制芳烃技术的研究与应用进展[J]. 天然气与石油, 2006, 24(2): 35 - 38.
- [8] 郝代军, 朱建华, 王国良, 等. 液化石油气制芳烃工艺技术的研发[J]. 化工进展, 2005, 24(11): 1287 - 1291. ■

## 2.2 主要运行参数

### (1) 中和池

设有1个pH电极和2台自动加药泵(1台备用),设有搅拌装置,转速87 r/min,控制中和池出水的pH为6.5~8.5。

### (2) 水解酸化池

调节池的污水经提升泵提升到酸化水解池,水解酸化池分为2格,利于优化微生物的群落分布。调节池的主要作用是利用酸化菌将味精废水中难生物降解的大分子有机物转化为较易降解的小分子有机物,提高废水的可生化性,并去除部分 $COD_{Cr}$ 。通过间歇曝气,控制水解酸化池的溶解氧质量浓度为0.2~0.5 mg/L, pH为6.5~8.5。由于混合废水中缺乏磷,因此在水解酸化池中需定时投加磷酸二氢钾来补充磷,以保证污水中的 $m_C:m_N:m_P=100:20:1$ 。

### (3) 接触氧化池

酸化水解池出水自流到生物接触氧化池中进行好氧生物处理,接触氧化池分为3格,控制溶解氧质量浓度为2.5~3.5 mg/L,池内填充YDT型聚丙烯弹性立体松针形填料,用鼓风机接穿孔曝气管曝气。

### (4) 一级/二级混凝反应池

生物接触氧化池出水自流到化学混凝池,搅拌条件下在一级混凝反应池中加入聚铁盐絮凝剂(500 mg/L),在二级混凝反应池投加聚丙烯酰胺助凝剂(0.5 mg/L),使废水中的胶体和细小悬浮颗粒物聚集集成可分离性的凝絮体。

### (5) 斜板沉淀池

斜板沉淀池采用布水隔墙均匀布水,沉淀池的表面负荷为 $1.0 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ,沉淀池内设2个泥斗,通过污泥泵进行排泥。

### (6) 生物炭池

斜板沉淀池的上清液自流到生物炭池进行深度处理,利用附着活性炭的生物膜进一步去除残留的、少量的有机物,控制生物炭池的溶解氧质量浓度为2.5~3.5 mg/L。

## 3 工程调试及结果

### 3.1 调试运行

该工程以城市污水处理厂脱水后的污泥和化粪池的污泥为菌种进行培养、驯化和挂膜。投入菌种后,在水解酸化池内加入适量的磷酸二氢钾,前3周每日加入适量的生活污水,并定期加入营养物,同时将沉淀池的污泥回流到水解酸化池和接触氧化池中,进行微生物培养。当水解酸化池和接触氧化池的弹性填料挂膜后,开始加入少量混合废水,并定期投加菌种,然后逐渐增加废水进水水量,经过4个多月的微生物驯化,进水完全变为生产废水,系统稳定运行,调试运行共计约5个月。

### 3.2 验收监测

调试完成后,系统进入稳定的运行状态。经过当地环保部门监测站的监测,全部水质指标达到环保要求,验收监测结果见表3。

表3 废水处理设施运行效果

项目	$COD_{Cr}/\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	$BOD_5/\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	SS 质量浓度/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	色度(倍)	氨氮质量浓度/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	pH
进水	1861.7~4044.6	748.0~1735.9	204~239	50	256.0~318.0	4.1~6.5
出水	5.9~52.2	3.1~8.4	12~69	5	7.6~12.6	7.2~7.7
去除率/%	99.3	99.7	74.8		96.4	
排放标准	$\leq 100.0$	$\leq 30.0$	$\leq 70$	$\leq 50$	$\leq 15.0$	6.0~9.0

## 4 分析与讨论

### 4.1 污泥驯化过程

在调试过程中首先应培养水解酸化池中的活性污泥,降低水中的溶解氧浓度,利用水解酸化作用的加强,厌氧分解进入产酸阶段的后期,部分有机污染物已经被无机化,降低了水中污染物的浓度,同时废水中的可生化性也得到很大的提高。水解酸化池调试完成后,再进行接触氧化池的菌种培养。

### 4.2 组合处理工艺

2种废水混合后处理解决了味精废水处理的难题,节省了工程投资。由于味精废水对铁管和橡胶

曝气头有较强的腐蚀性,因此工程中均采用304不锈钢管件,曝气管均采用穿孔管。在沉淀池的设计中,采用布水墙进行布水,即在沉淀池内,增设一堵穿孔墙,以缓冲接触氧化池来水,大大降低了对沉淀池的水力冲击,取得了良好的沉淀效果。

从运转过程中各个工序的运行效果可见,经过饮料废水充分混合后,大大的降低了味精废水的浓度,提高了废水的可生化性。将水解酸化池和接触氧化池分隔,具有水力条件好,微生物种群分布好,结构简单、启动较快及运行稳定等优良特性。运行过程中水解酸化池采用间歇曝气,获得了稳定的

(下转第63页)

## 2 装置存在的问题及技术分析

### 2.1 工艺流程及自动控制系统

由于该装置控制参数超标,前后流程不能正常衔接,无法进行连续性生产,装置不能正常运行。从对装置现有情况的考察中发现该工艺及自动控制设计方面存在一些问题。首先,原萃取塔的4个液相流量(淡酸、萃取剂、萃取相和萃余相)和一个液位都仅有仪表显示值,没有任何控制手段和控制指标,那么此关键设备就完全处于“失控”状态,从而工艺参数经常波动,并且萃取塔的操作波动会对酯回收塔的稳定操作产生不良影响;其次,脱酯塔的酯、水分相过程是一个重要的单元操作,原脱酯塔回流罐为一立式罐,停留时间短,且罐中不设镇静区,进料对酯、水分相的扰动比较严重,从而影响了脱酯塔系统正常操作。

### 2.2 萃取塔

萃取塔萃取效果差,萃余相中酸含量过高,导致淡酸过程需要回收利用的醋酸、丁酸回收率比较低。通过对萃取塔的设计核算和技术分析,发现塔内液体分布器的设计不合理。原设计中没有设置轻相液体分布器,而是利用支撑栅板上设置的2层筛网(筛孔直径为4 mm)来达到破碎分布液体的作用,而此结构不能完成分散相的分散与分布的双重任务,从而大大降低了两相的传质面积和传质效率,严重影响了液-液萃取的效果,从而导致淡酸填料萃取塔生产达不到设计指标。

### 2.3 脱酯塔

脱酯塔操作不正常,生产过程中塔顶酸含量和塔底酯含量很难得到有效控制。原脱酯塔采用了填

料塔形式,使用规整填料。通过对脱酯塔流体力学性能的计算表明,塔内气体负荷偏大,但仍在可操作范围之内,而提馏段的液体负荷超出了规整填料塔的设计范围,属超限设计,这会使填料分离效率明显变弱。对脱酯塔分离能力的计算表明,要满足工艺要求并保持较大的操作弹性,该塔需要提供30块以上的理论板数。即使不考虑大液相流量对塔分离性能的影响,该塔内填料的高度仍有欠缺。

## 3 改造方案

### 3.1 工艺系统及自动控制系统

改造方案对萃取塔原料淡酸、萃取剂2个流股增加了流量控制手段,另外增加了用萃余相的采出量自动控制萃取塔内两相界面的控制回路,以保证操作的连续、稳定运行。

在萃取塔和酯回收塔之间设萃余相中间罐,萃取塔底排出的萃余相先进入该罐储存,再用泵送入酯回收塔,该处增加一个定流量控制回路,以减少萃取塔操作波动对酯回收塔稳定操作的不良影响。

笔者重新设计了脱酯塔回流罐,改立式罐为卧式罐,加大了设备的容积,延长了停留时间,罐中设分相隔板,使回流罐中油、水两相严格分相,以保证回流成分的稳定。油相部分定流量回流,其他以油相液位控制采出返回萃取系统,维持回流罐的稳定操作;分出的水相返回萃余相中间罐,然后重新进酯回收塔处理,在酯回收塔中脱净其中的乙酸乙酯,以保证酯回收塔塔底排出的废水达标排放。

### 3.2 萃取塔

用分散支撑板更换原塔填料支撑结构,使分散

(下转第65页)

(上接第61页)

处理效果,同时兼氧、厌氧的分解作用良好,减轻了后续工序的处理压力,水解酸化过程的COD去除率约为50%。接触氧化的COD去除率可达85%以上,再经过生物炭池的处理,系统出水水质可稳定达到GB 8978—1996的一级排放标准。运行过程中各工序的处理效果见表4。

表4 运行过程中各个工序的处理效果

项目	COD <sub>Cr</sub> /mg·L <sup>-1</sup>	COD去除率/%
味精废水	39479~46953	
混合废水	1906~2755	
水解酸化池出水	547~1057	52.1
接触氧化池出水	82~140	85.6
生物炭池出水	32~56	62

### 4.3 运行效果

调试验收工作完成后,在进水水质有一定波动的情况下(COD为1 800~3 000 mg/L)系统仍能保持稳定运行。处理出水中的COD<sub>Cr</sub>、BOD<sub>5</sub>、SS、氨氮等参数均能符合污水综合排放标准。

### 4.4 经济指标

该混合废水处理工程的投资约52万元,设计污水处理量为300 m<sup>3</sup>/h,固定资产投资费用约为1 730元/m<sup>3</sup>,工程的占地面积约为150 m<sup>2</sup>。工程总装机功率约为16 kW,运行功率7.5 kW,电费以0.5元/kWh计,物化法的药剂投加量约为0.30元/m<sup>3</sup>。因此,该工程的运行成本计算约为0.60~0.80元/m<sup>3</sup>(不含设备折旧费)。■