

浅议 UASB+SBR 工艺在酒精工业废水处理中的应用

耿向党

(安徽古井集团,安徽 亳州 236800)

摘要: 采用上流式厌氧污泥床(UASB)加间歇式活性污泥法(SBR)综合工艺处理玉米酒精工业废水,经 2 年多运行表明,运行费用低、效果好,处理后的污水达标排放,还可作为中水回用。污水先经预处理系统(包括事故调节池、集水池、pH 调节、冷却塔)处理后进入 UASB 反应器处理,经处理后出水 COD_{Cr} 去除率达 76%,BOD 去除率达 83%。然后进入 SBR 池处理。COD_{Cr} 去除率达 91%,BOD₅ 去除率达 95%。处理后的水经活性炭吸附处理后可作中水使用。(陶然)

关键词: 综合利用; 酒精生产; 废水; UASB; SBR

中图分类号: TS971; TS262.2

文献标识码: B

文章编号: 1001-9286(2004)04-0087-02

Application of UASB+SBR Technology in the Treatment of Alcohol Industrial Sewage

GENG Xiang-dang

(Anhui Gujing Group., Bozhou, Anhui 236800, China)

Abstract: UASB+SBR technology had been applied to treat corn alcohol industrial sewage for more than two years and the application results indicated that the operation cost was low, good effects achieved, and water managed was in accord with sewage discharge standard and could be reused as medium water. The sewage first treated by pretreatment system (including accidents regulation pits, collecting tank, pH adjustment, and cooling tower), then treated by UASB reactor, the removal rate of COD_{Cr} of water after treatment was 76% and removal rate of BOD reached 83%, finally the water flew into SBR pits for further treatment, the removal rate of COD_{Cr} and BOD₅ reached 91% and 95% respectively. The managed water then treated by active carbon absorption could be used as medium water. (Tran. by YUE Yang)

Key words: complex utilization; alcohol production; sewage; UASB; SBR

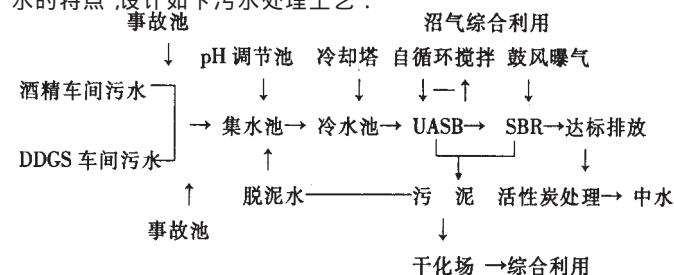
利用生物技术作为污染防治的手段是一项经济、社会、环境效益俱佳的技术,是解决复杂环境问题的有效途径之一。间歇式活性污泥法(SBR)、上流式厌氧污泥床(UASB)等工艺在当代有着广泛的应用前景。

亳州市古井酒精分公司是古井集团下属的一家分公司,是以玉米为原料进行深加工的企业之一,现具有年产食用酒精 2.5 万吨、无水酒精 1.5 万吨、玉米油 5000 吨、DDGS 饲料 1.5 万吨的生产规模。2000 年元月,DDGS 项目投入运行后,企业的经济效益显著提高,环境效益明显改善。但由于技术条件的限制仍不能使污水达标排放,为此,建成了一座以 UASB+SBR 为主导工艺处理玉米酒精废水和生活污水的污水处理设施,运行状况良好。现将其应用情况简介如下。

1 废水的产生及处理工艺特点

玉米酒精生产过程中,要消耗大量的水,其中 90% 是冷却用水,可循环利用。10% 左右是污水(每吨酒精约产生 12 t),包含冷凝水、生活污水、冲洗用水。这些污水中含有残余糖、粗纤维、粗蛋白、酵母残体、残余酒类以及少量的油脂类、酸碱类物质,成为无毒有害的有机废水。实践证明,酒精生产过程中的事故排污、DDGS 车间不能回流使用的清液是高浓度且不稳定的有机废水,其

COD_{Cr} 平均含量在 20000 mg/L 左右,酒精车间的设备冲洗、DDGS 车间的冷凝污水以及厂区的生活污水是中低浓度、排放较稳定的有机废水,其 COD_{Cr} 含量平均在 2000 mg/L 左右。根据我公司废水的特点,设计如下污水处理工艺:



1.1 工艺设计的特点

1.1.1 根据我厂实际情况,在酒精生产过程中易产生事故,事故排放污水不但随机性强,而且水量波动较大,易对 UASB 造成冲击,所以在酒精车间后设一个事故排污池。

1.1.2 DDGS 车间的冲洗水以及富余的清液(暂时不能回流拌料的部分)其水质特点同上,同样专设一个事故排污池,以便调节污水处理站进水的品质均衡问题。

1.1.3 UASB 中的颗粒污泥受 pH、温度等条件影响较大,为避免

收稿日期: 2003-12-01

作者简介:耿向党(1969-),男,安徽省亳州市人,大学,助理工程师,现从事污水治理工艺的应用研究。

pH 出现剧烈波动影响污水的处理效率,在 UASB 前设计一个回流泵,主要用于调节 UASB 内的 pH 值,调节进水的水力负荷。

1.1.4 由于我公司待处理污水中无机酸含量较大,当进水浓度较低时,UASB 内的污泥菌无法维持正常的 pH 环境,因此,在预处理工序中增加了一个 pH 调节池,根据待处理污水的实际情况,调节进站污水的 pH 值。

1.2 工程概况及运行状况

1.2.1 工程规模:日处理废水 1200 t。

1.2.2 主要构筑物:

集水池:100 m³,冷水池:100 m³,事故调节池 2×50 m³,UASB:2×500 m³,SBR 4×300 m³,干化场 6×20 m³,pH 调节池 2×2.5 m³,操作室 20 m²,风机房 40 m²。

2 预处理系统的运行控制

此处所指预处理系统是指工艺流程中的事故调节池系统、集水系统、pH 调节系统、冷却塔系统。

2.1 控制要点

2.1.1 事故排污是一种随机性强,水质、水量波动较大的污染源,对它的管理直接关系到整个公司的污水处理情况。因此,要做到勤看、勤搜集、勤分析,并根据 UASB 的工艺运行状况,将事故池存放的高浓度污水不定期、不定量的补充至集水系统中去。

2.1.2 pH 调节系统,以生石灰、纯碱为主要药剂,调节进站原水的 pH 值。调节液的 pH 值控制在 14 以上,根据待处理污水的水量大小和 pH 值控制碱液用量,当调节液的 pH 值≤10 时,及时补充药剂。

2.1.3 冷却塔的运行管理直接影响到 UASB 的运行效率,我公司的待处理污水的温度一般在 65℃左右,通过冷却塔将水温冷却到 40℃,满足 UASB 的中温发酵环境。主要控制措施是通过调节水的流量去实现。运行表明:冬天即使不用冷却塔风机,水温也能符合要求的。

3 UASB 的运行控制

UASB 即上流式厌氧污泥床反应器,预处理后的废水从反应器底部的布料器均匀地进入高浓度颗粒污泥后,与微生物充分接触进行生物处理,处理后的废水再经上部的固液气三相分离器分离,清液从反应器的顶部排出,从而使废水达到处理的目的。UASB 反应器的关键是:底部的布料系统,顶部的三相分离系统,以及颗粒污泥的驯化。

3.1 菌种来源及驯化

该工艺设计两座 UASB 反应器作为对照,在调试运行阶段采用两种不同的污泥进行驯化。一个 UASB 的反应器采用同行业的中温厌氧污泥,接种量为反应器容积的 30%,边接种边少量进料,至反应器充满料液后,调节合适的 pH 值,开始进行回流搅拌,进料量逐渐放大,按 0.2 kg COD/m³·d 的负荷递增,当运行负荷达到 3 kg COD/m³·d 时,调试结束,整个运行调试期约需 25 d。另一座反应器的调试与本反应器同时进行,所不同的是菌种采用污水处理厂干化污泥。具体做法是:一次性接入含水 75%活性干污泥 30 t,然后,打入待处理废水,闷罐培养,观察反应器顶部大量产气时,调节菌液的 pH、温度、回流搅拌,当用手触摸菌液发现:菌泥开始挂膜、排出的气体中沼气味较浓时,按 0.1 kg COD/m³·d 的负荷率逐日增加进料量,当运行负荷提高至 3 kg COD/m³·d,调试期结束,转入正常运行。整个调试期约需 3 个月的时间。

3.2 工艺控制

3.2.1 原水 pH 控制在 6.7 左右,尽量驯化增殖耐 pH=6.7~6.8 环境的厌氧微生物。

3.2.2 严格控制进水温度,不可高于 40℃,不可低于 30℃。

3.2.3 COD 负荷率控制在 2.5~3.0 kg COD/m³·d 之间,富余的污水通过事故池调节,尽量保证进水水质的均衡、稳定。

3.2.4 UASB 之间设回流调节泵 1 台,主要用于提高反应器水力负荷、罐内 pH、温度等的调节。

3.2.5 进水时要保持连续、均衡,要避免水质、水量波动太大时对反应器造成冲击。

3.2.6 利用 UASB 前的闸阀的开启度,调节两罐之间的负荷分配。

3.2.7 颗粒污泥驯化期,为了加速颗粒污泥的形成,可适当投加少量活性炭或氧化铁粉末。

3.2.8 UASB 内污泥浓度维持在 20000~30000 mg/L 之间。

3.3 UASB 的运行效果(见表 1)

表 1 UASB 池的运行效果(2003 年 3 月 15~4 月 1 日)

项目	A 池	B 池
BOD ₅	进水(mg/L)	1800
	出水(mg/L)	300
	去除率(%)	83
COD	进水(mg/L)	2500
	出水(mg/L)	600
	去除率(%)	76
pH、T	6.7	38℃
MLSS(mg/L)	35800	25900
MLVSS(mg/L)	25060	18900
污泥负荷(kgCOD/kg·d)	0.12	0.11
容积负荷(kg COD/m ³ ·a)	3.0	2.16
产气(m ³ /kg·BOD)	0.45	

根据 2003 年 3~5 月 3 个月稳定运行情况表明:进水 COD_{Cr} 含量平均为 2500 mg/L, BOD₅ 为 1800 mg/L,经 UASB 反应处理后,出水 COD_{Cr} 平均为 600 mg/L,去除率 76%, BOD₅ 平均为 300 mg/L,去除率达 83%。

4 SBR 池的运行及其控制

4.1 SBR 池

SBR 池又称间歇式活性污泥法。其操作包括进水-反应-沉淀-排水-待料等 5 个基本过程。在一个周期内,一切反应都是在一个设有曝气、排水装置的反应池内依次进行的。在进水和反应阶段中,可根据废水性质进行多种操作,由于每阶段的操作时间、进水量、曝气量可以按需设定,因此,操作的灵活性、自由度、可靠性和对负荷的适应性都比传统的活性污泥法要好。由于 SBR 法是在好氧、厌氧交替状态下运行的,因此,其运行可以更好地抑制污泥膨胀,并节省曝气费用。

4.2 菌种来源及驯化

本工程所用菌种(即活性污泥)取自城市生活污水处理厂活性污泥(同 UASB₂)。具体方法是:将 SBR 池内充满待处理废水,将活性污泥用污水稀释后,用泵打入池内,接种量 2000 mg/L,调节池内 pH 值至 7.00 左右,通风曝气,并定期排放上部残渣和清液,并逐步增加处理量(开始按 0.1 kg COD/m³·d 的负荷运行 5 d 后,以后按照每 3 天一个周期,每一个周期按 0.1 kg COD/m³·d 提高负荷,约半个月,当发现水体澄清,污泥沉降性能良好,通过镜检发现有变形虫、循环虫、钟虫、轮虫等微生物,表明菌种已能适应新的水

(下转第 90 页)

表 1 菌落稀释度选择

例次	稀释液及菌落数			两稀释液之比	大肠菌群 (个/ml)	稀释倍数 (个/ml)
	10 ⁰	10 ⁻¹	10 ⁻²			
1	多不可计	164	20	—	1640	1.6×10 ³
2	多不可计	295	46	1.6	3775	3.8×10 ³
3	多不可计	271	60	2.2	2710	2.7×10 ³
4	多不可计	多不可计	313	—	31300	3.1×10 ⁴
5	27	11	5	—	27	2.7×10
6	0	0	0	—	<1	<1
7	多不可计	305	12	—	3050	3.1×10 ³

2.4.2 计数所有在紫红胆盐葡萄糖琼脂培养基上生长的带有紫色光环的红色或紫色大肠菌群特征菌群^[2]。

2.5 稀释度选择^[3 5]

2.5.1 选择平均菌落数在 30~300 之间的稀释度,乘以稀释倍数(见表 1 中例 1)。

2.5.2 若有两个稀释度其生长的菌落数均在 30~300 之间,则视两者之比来决定。若其比值小于或等于 2,应为平均数;若大于 2 则为其中较小的数字(见表 1 中例 2、例 3)。

2.5.3 若所有稀释度的平均菌落数均大于 300,则应按稀释度最高的平均菌落数乘以稀释倍数(见表 1 中例 4)。

2.5.4 若所有稀释度的平均菌落数均小于 30,则应按稀释度最低的平均菌落数乘以稀释倍数(见表 1 中例 5)。

2.5.5 若所有稀释度均无菌落生长,则以小于 1 乘以最低稀释倍数(见表 1 中例 6)。

2.5.6 若所有稀释度其生长的菌落数均不在 30~300 之间,其中一部分大于 300 或小于 30 时,则以最接近 30 或 300 的平均菌落数乘以稀释倍数(见表 1 中例 7)。

2.5.7 菌落数在 100 以内时,按其实有数报告;大于 100 时,采用

(上接第 88 页)

质,可以正常投入运行。

4.3 SBR 池的运行控制

4.3.1 每池每次进水量控制在 100 m³ 左右,根据 UASB 出水的浓度控制曝气时间,若进水浓度过高(大于 1000 mg/L),可以从进料时就开始曝气,若进水浓度过低(小于 500 mg/L),可以在结束进水后开始曝气。

4.3.2 每个池的处理周期为 8 h,每日为 3 个周期,时间分配为 2 h 进料,2~4 h 曝气,1~2 h 沉淀,0.5~1 h 排水,其余时间为闲置。

4.3.3 根据实际情况,也可两池并联运行,以减少操作次数。

4.3.4 运行中 SBR 内若出现泡沫,可在曝气时向池内投加少许废机械油,即可解决。

4.3.5 进水、曝气、溶解氧可自动控制,但手动操作更利于运行。

4.3.6 污泥浓度控制在 4000 mg/L 左右,SVI 30%~40%。

4.3.7 气水比 12:1

4.3.8 剩余污泥与冷却后的待处理污水一起进 UASB 处理。

4.4 运行效果

根据 2003 年 3~5 月 3 个月的稳定运行情况表明(见表 2):进水 COD_{Cr} 含量平均为 550 mg/L, BOD₅ 为 300 mg/L,经 SBR 反应处理后,出水 COD_{Cr} 平均为 50 mg/L,去除率 91%, BOD₅ 平均为 15 mg/L,去除率达 95%。

5 结论

两位有效数字,在两位有效数字后面的数值,以 4 舍 5 入方法计算。为了缩小数字后面的零数,可用 10 的指数来表示(见表 1 稀释倍数)。

3 结论

大肠菌群系指能发酵乳糖、产酸产气、需氧和兼性厌氧的革兰氏阴性无芽孢杆菌^[3 5]。该菌主要来源于人畜粪便,故以此作为粪便污染指标来评价食品的卫生质量,推断食品中有否污染肠道致病菌的可能。大肠菌群的存在会对人的生命安全造成危害,当老年人或婴幼儿从食品中食进大肠埃希氏杆菌致病菌时,会产生严重的腹泻性肠炎。为杜绝某些酒类产品在生产流通过程中污染大肠菌群,国家针对发酵酒,规定该酒必须检验大肠菌群。

以上所述的直接菌落计数法借鉴、引用国外先进检验方法,结合啤酒产品特征,讨论啤酒大肠菌群的检测方法,此法在同行中具有推广价值。

参考文献:

- [1] 全国食品发酵标准化中心. 中国食品工业标准汇编(饮料酒卷,第 2 版)[M]. 北京:中国标准出版社,2001.
- [2] Difco. IOCCC(第十版)USA. ADM. 1994.No.189
- [3] 中华人民共和国卫生部. 食品卫生检验方法(微生物学部分,第 1 版)[M]. 北京:中国标准出版社,1995.
- [4] Bartsh H. IARC Scientific Publications. 1991.No.105
- [5] 周同惠. 国际标准分析方法大全(第 1 版)[M]. 北京:科学出版社,1998.
- [6] WHO. WHO Technical Report Series. 1989.No.776

表 2 SBR 池运行效果

日期		3~5 月	
BOD ₅	进水(mg/L)	300	
	出水(mg/L)	15	
	去除率(%)	95	
COD	进水(mg/L)	550	
	出水(mg/L)	50	
	去除率(%)	91	
pH	进	6.7	
	出	6.8~7.0	
MISS(g/L)		3.5~4.0	
MIVSS(g/L)		2.5~3.0	
容积负荷		0.55kg COD/m ³ ·d	

该工程经 2 年多的运行表明, UASB+SBR 综合工艺具有工程占地面积小、运行稳定、可靠、运行费用省、维护简便等特点,其操作的灵活性、自由度、可靠性和对负荷的适应性都较传统的活性污泥法要好。即使是在处理高浓度难降解的废水时,本工艺也能使排水水质保持稳定。在全球水资源日益紧缺的今天,本工艺使处理后的水作为中水回用更具有其潜在的应用价值。

5.1 富余污泥经加工处理后,做肥料、水产饲料。

5.2 沼气:生活、取暖、民用。

5.3 处理后的水:经活性炭吸附处理后作中水使用。●