



UASB 工艺处理啤酒废水的调试运行与参数优化

涂 孟 波

(南昌亚洲啤酒有限公司,江西 南昌 330001)

摘要:采用 UASB(常温)+好氧处理啤酒废水串联工艺,出水效果好,出水的 COD_{Cr} 浓度能降至 60 mg/L 以下,此工艺占地面积小,操作简单,运行费用低,能回收沼气,可获得好的经济效益和环境效益。

关键词:啤酒废水;上流式厌氧污泥反应器(UASB);好氧(接触氧化法);挥发酸(VFA)

中图分类号:X792

文献标识码:A

The Commissioning, Operational and Parameter Optimization of the UASB Beer Brewing Waste Water Treatment Process

TU Meng-bo

(Nanchang Asia Brewery Co., Ltd., Jiangxi Nanchang 330001 PRC)

Abstract: Utilizing normal temperature UASB in series with aerobic process treatment of beer brewing waste water produces good resultant effluent. The COD concentration can be lowered to below 60 mg/L. This technology has smaller space requirement, easier operation, lower operation cost and recoverable methane gas. It is more economical and has better environmental benefit.

Key words: Beer brewing waste water, Upflow anaerobic sludge blanket (UASB), Aerobic oxidation, VFA

0 概述

啤酒生产废水主要来源于糖化、发酵、灌装 3 个工序中,废水中含有大量的淀粉、低聚葡萄糖和单糖、蛋白质及啤酒酵母。啤酒废水的 COD_{Cr} 浓度在 2 000 mg/L 左右, BOD_5 在 1 200 mg/L 左右,废水可生化性比较好,一般均采用生物处理方法进行处理,以往常用的生物处理方法是单独好氧处理工艺,近年来由于厌氧生物处理技术的发展,在处理高浓度有机废水上的工艺优势,厌氧(UASB)+好氧串联工艺已被广泛应用于啤酒酿造工业废水处理。

1 工艺流程及说明

南方某啤酒厂污水处理工艺为 UASB + 接触氧化法处理工艺。工艺流程见图 1。

各工序生产废水流经粗格栅,栅隙 $b = 15$ mm,主要去除较大固体形物和漂浮物后流入集水井,经污水泵提升进入 SXS 反切式双向流旋转细格栅,该设备固液分离效果好,固体悬浮物去除率可达 90%(削减了大部分不溶性的 COD),废水流经调节池,在停留 2 h ~ 4 h 匀质匀量后进入 UASB 反应器进行厌氧处理,废水经布水装置以一定流速自下而上进入反应区,通过污泥层向上流动,废水与厌氧污泥菌得以充分接触,进行生物

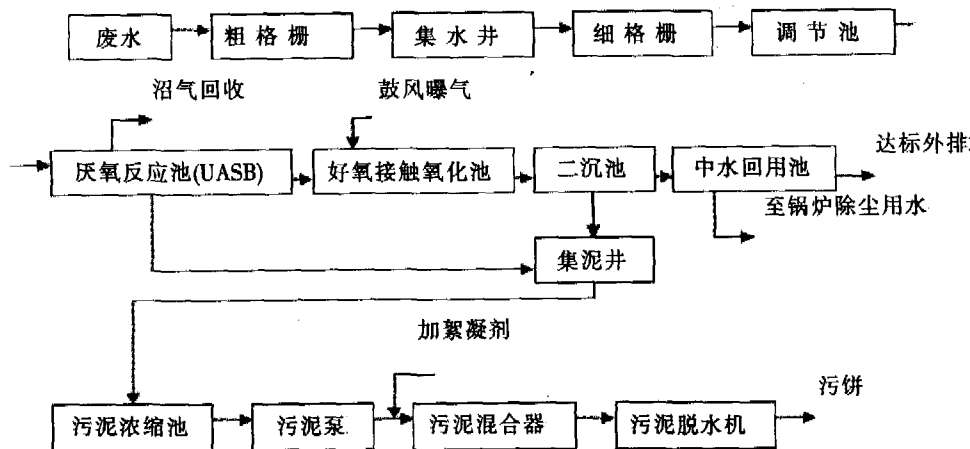


图 1 工艺流程图

降解和产生沼气(形成小气泡)。气体从污泥床中逸出,由于气泡上升将污泥托起形成良好搅拌作用,气、水、泥的混合液(消化液)上升至三相分离器内,气体(沼气)通过导管被有效地分离回收利用,污泥和水则进入上部沉淀区,在重力的作用下,水与泥分离,清液由沉淀区上部堰槽排出,污泥被截留在沉淀区下部,并通过三相分离器斜壁返回到反应区。剩余厌氧污泥排入集泥井,经污泥泵提升至污泥浓缩池进行重力浓缩后进入脱水机脱水处理。由于 UASB 反应器内能保持很高的污泥浓度,并能产生活性强的颗粒污泥,废水在较短的停留时间内, COD_{Cr} 去除率在 80% 以上。厌氧出水由静压流入好氧接触氧化池,接触氧化池内设弹性填料,曝气系统采用微孔曝气头,提高氧的利用率,减少动力消耗。厌氧出水中的有机物再经好氧微生物降解后进入二沉池沉淀,外排水各项指标均能达到排放标准。

2 调试运行

2.1 反应器启动

2.1.1 污泥接种驯化 接种污泥采自于某啤酒厂的厌氧脱水污泥,污泥投放量按 10 g/L(干质)计,由 UASB 反应器人孔中均匀投入后立即加废水浸泡 1 d。之后通过布水器向反应器中每天进总水量的 10%~20% 的啤酒废水(进水不需要稀释,因为啤酒废水的 COD_{Cr} 浓度一般 2 000 mg/L 左右),在废水慢慢充满到 UASB 反应器的有效高度后,此时采取间歇进水的方法,逐步加大进水量,使 COD_{Cr} 容积负荷控制在 $0.5\text{ kg/m}^3 \cdot \text{d} \sim 2\text{ kg/m}^3 \cdot \text{d}$ 左右,并对反应池中的出水消化液的 PH、挥发酸(VFA)等指标进行监测,PH 控制在

6.5~7.5 之间,挥发酸(VFA) $\leq 8\text{ mmol/L}$,只要以上指标正常可加大进水量和频率,直至减负荷连续运行。待出水的 COD_{Cr} 值降至 70% 可逐步加大进水负荷。

2.1.2 颗粒污泥形成阶段 由于反应器进水的有机负荷和水力负荷逐渐提高,反应器产气量逐渐增大,在水力负荷冲刷和沼气的搅拌下,此时 UASB 池中的污泥反应床产生膨胀,部分沉降性能不好的接种污泥和细小絮状泥被冲刷出反应器,而重质污泥留在反应器内,大量的污泥在重质污泥表面富集、絮凝并生长繁殖。最终形成粒径为 0.5 mm~1.5 mm。在调试初期提高有机负荷应该慎重,以免造成过多的厌氧菌流失,在调试后期,形成了颗粒污泥后则有意采取高的水力负荷和产气负荷运转,以期去除絮状污泥,为颗粒污泥争夺营养提供条件,从而更有利于颗粒污泥的生长。

2.1.3 负荷提高阶段 在驯化结束后可逐步提高水力负荷和有机负荷,进水量按 20%、40%、60%、80% 直至满负荷运行,每提高负荷一次,以出水的 COD_{Cr} 、pH、挥发酸(VFA)为监控指标,待以上出水指标稳定运行 10 d~15 d 后,方可逐渐提高负荷运行。在满负荷运行 2 个月后从反应池底部污泥取样管中取污泥观察,发现了紧密球状颗粒污泥,粒径为 0.5 mm~1 mm(大小像鱼子),颜色呈灰色、表面边缘光滑。在取样的量筒中不断产沼气,量筒中的污泥很快就产生分层,沉淀性能好的颗粒污泥在下部,由于产气不断,上部悬浮一层絮状污泥,由此说明反应器启动完成。随着反应器正常运行,反应器中的颗粒污泥不断生长繁殖,最终在反应器底部形成了较厚的一层活性

强的颗粒污泥层,粒径多为 1 mm~5 mm(肉眼看大小像小米),此时,反应器有很好的抗冲激负荷,出水的 COD_{cr} 去除率在 80% 以上(出水水质清澈,颜色呈淡绿)。

3 工艺参数优化控制

3.1 SS 的控制

废水中含有大量的 SS(悬浮物),特别是一些难以降解和不可降解的麦壳和硅藻土,一旦这些 SS 进入 UASB 反应器会形成浮渣或占据一部分有效容积,浮渣严重时会影响沼气在三相分离器的释放和收集分离,甚至会阻塞沼气管路。而硅藻土在污泥驯化调试阶段初期少量加入能起到一个载体的作用,使絮状的厌氧污泥很快在其表面富集,加快颗粒污泥的形成,缩短调试时间。要是不加以控制的大量进入会在底部形成沉淀,侵占反应器的有效体积,将厌氧微生物挤出厌氧反应器,从而降低了反应器的生物量,减少了反应器的有效容积,影响反应器的正常运行,由此可见,废水中悬浮固体物的含量对整个厌氧过程会产生很大负面影响。所以废水中的麦壳 SS(悬浮物)需用细格栅除去,而硅藻土应预先由沉淀池去除。

3.2 酸碱度(pH 值)的控制

由于啤酒生产过程中发酵罐、管道、酒瓶的清洗,使用了大量氢氧化钠(2%)溶液洗涤,所以啤酒废水一般呈碱性(在灌装不生产时,而酿造单独生产时才可能呈酸性),pH 值为 7~12,反应器内 pH 值控制在 6.8~7.5 之间,调试时可在调节池中加入一些污泥,使废水在调节池中起到预酸化作用,啤酒废水酸化快,在一定时间内 pH 值会很快降至 8 左右,保证了反应器进水 pH 值的要求。启动初期由于反应器是间歇进水,反应器内的混合消化液在产酸菌群的作用下,反应器内的 pH 值会下降至 6.5 以下,这主要是启动初期反应器内产酸菌群相对比产甲烷菌群繁殖速率快,产酸菌群的代谢产物挥发酸(VFA)没有及时被产甲烷菌群转化成甲烷等物质,造成了挥发酸(VFA)的积累,此时可加入适量的 Na₂CO₃ 来保证反应器内的 pH 值控制在 6.8~7.5 之间,有利于产甲烷菌群的生长繁殖。

在反应器正常运行后,由于反应器内产酸菌群和产甲烷菌群基本处于相互平衡状态,有机物不断酸化,加之分解过程不断产生 CO₂、NH₃ 等弱酸、弱碱物质,二氧化碳不断与进水中的氢氧化钠

反应生成 NaHCO₃,使得反应器内具有较大的缓冲能力,保证 UASB 反应器能使 pH 值维持在一个近似中性的条件下,应归结于碱度的缓冲作用,混合消化液中的碱度控制在 700 mg/L~1 200 mg/L(以 CaCO₃ 计),进水 pH 值在 6.0~10.0 的范围内都可以接受。

3.3 VFA(挥发酸)控制

消化液中的 VFA 是反映 UASB 反应器负荷的重要指标,如出水中 VFA 大于 700 mg/L(以乙酸计)时,出水混浊,颜色呈白色,pH 值下降,并能嗅到一股酸味,产气量开始下降,说明反应器内挥发酸在积累,反应器面临酸化的可能,应立即暂停进水。正常运行情况下出水的挥发酸控制在 100 mg/L≤VFA≤350 mg/L(以乙酸计)为最佳,此时出水清澈,颜色呈淡绿色,COD_{cr} 去除率在 80% 以上。

3.4 营养物质

良好的营养条件是产酸、产甲烷菌和有关菌群代谢、生长的前提,啤酒废水中含有丰富的营养物质,在整个调试和正常运行以来,基本不需加其它营养物质。

厌氧(UASB)+好氧处理工艺处理啤酒废水的效果见表 1。根据表 1 数据表明 COD_{cr} 去除率 97%,BOD₅ 去除率 98.3%。

表 1 废水中的污染物在各单元的去除效果
(单位:mg/L)

构筑物		COD _{cr}	BOD ₅
细格栅+调节池	进水	2 000	1 200
	出水	1 700	1 020
UASB 反应器	进水	1 700	1 020
	出水	340	153
接触氧化池	进水	340	153
	出水	85	30
沉淀池	进水	85	30
	出水	<60	<20

4 结论

(1) UASB+好氧工艺出水清澈、稳定,处理效果好。

(2) 动力消耗相对较低,沼气能回收利用,节约能源。

(3) 产泥量较少,污泥处理不需再消化,污泥容易脱水处理,泥饼可当肥料。

(下转第 512 页)



水世界-中国城镇水网
www.Chinacitywater.org

水业焦点 | 水业手册 | 企业之窗 | 求职招聘 | 学术论坛
行业论文 | 专家咨询 | 会展信息 | 行业分析 | 下载专区

(4) 反应器内能生成厌氧粒颗污泥,并保持高的污泥浓度,容积负荷相对高,占地面积小,操作简单,运行成本低,处理工艺抗冲激负荷。

参考文献:

- [1] 贺延龄. 废水的厌氧生物处理[M]. 北京:中国轻工出版社,1999.
- [2] 任南琪,王爱民,等. 厌氧生物技术原理与应用[M]. 北京:化工工业出版社,2004.
- [3] 张希衡. 废水厌氧生物处理工程[M]. 北京:中国环境科学出版社,1996.