



CASS 工艺处理啤酒废水的研究

王贵华,李纪亮,易志强

(湖北孝感学院生命科学技术学院,湖北 孝感,432000)

摘要:选取湖北金龙泉啤酒(孝感)有限公司污水处理站运行的一套 CASS 系统进行研究。该系统近两年来具体运行效能为:有机污染物(以 COD_{Cr} 计)的去除率达 95%,进水水质有较大波动时均保持较稳定的出水水质,单位废水处理成本平均为 0.30 元 /m³,较其它同类工艺要低。该系统具有投资少、操作管理简易等优点,但同时该系统存在淡季处理成本高而旺季负荷高、除磷效果相对不佳、活性污泥中毒等问题。最后针对该系统存在的不足,提出了相应的解决对策。

关键词:CASS 工艺;啤酒废水;活性污泥;废水处理

中图分类号:X797 TS262.5 **文献标识码:**B

湖北金龙泉啤酒(孝感)有限公司,年产啤酒 10 万吨,生产过程中产生约 8t 废水 /t 啤酒,污染物(主要是有机物)浓度高。2004 年 11 月份开始采用 4200m³/d 处理能力的 CASS 工

艺系统对啤酒废水和厂区生活污水进行治理。CASS 系统连续运行近两年来,取得了较满意的效果,各项出水水质指标可达到 GB8978-96《污水综合排放标准》一级标准。但是在系统运

表 1 废水来源、水量、水质特点一览表

来源	指标	水量(L)	COD(mg/L)	水质特点
糖化车间的糖化锅、煮沸锅、过滤槽等设备的洗涤废水	占废水总量的 15%~20%	5000~6000	高浓度有机废水,排水量相对较小,且非连续排放,时变化性大,水质非常不稳定。但是其污染负荷高,其主要成分包括糖类、果胶、糖化麦槽、啤酒花、酵母残渣、蛋白质、纤维素等有机物和少量无机物。	
发酵车间发酵罐、清酒罐及管道洗涤废水	占废水总量的 5%	2500~3000	废水排放浓度相对较低,排放大而且连续,水质相对稳定。	
包装车间洗涤废水	占废水总量的 60%~75%	500~800	废水排放浓度较低,排放大而且连续,水质相对稳定。	
锅炉烟尘处理废水	占废水总量的 1%	-	含浮尘颗粒物较多	

行中,仍然存在诸多不足,给企业顺利运行 CASS 系统造成了许多障碍。

1 废水来源、水量、水质分析

该厂在啤酒生产过程中排出的废水主要包括:糖化车间

的糖化锅、煮沸锅、过滤槽等设备的洗涤废水;发酵车间发酵罐、清酒罐及管道洗涤废水;包装车间洗涤废水;锅炉烟尘处理废水等。具体来源、水量和水质特点详见表 1。

据此该厂 CASS 处理系统参数设置如下:

表 2 CASS 系统参数

	进水水质(mg/L)	设计水质(mg/L)	出水水质(mg/L)
COD _{Cr}	1000~2200	1800	≤100
BOD ₅	700~1200	950	≤200
SS	100~300	250	≤70
pH	6~9	6~9	6~9

2 CASS 处理工艺流程

2.1 CASS 工艺概述

CASS 工艺,又称循环式活性污泥法(Cyclic Activated sludge system),是 SBR(Sequencing Batch Reactor,间隙式活性污

泥处理法)工艺的一种新形式。本工艺生物处理的核心部分为CASS池,它集沉淀、曝气、二级沉淀等工序于一体,是一个间歇式反应器。CASS工艺从20世纪70年代开始得到研究和发展,目前已经发展成为较为成熟的废水处理工艺。

2.2 工艺流程

根据CASS工艺特点及该厂啤酒废水的实际情况,具体工艺流程如下:

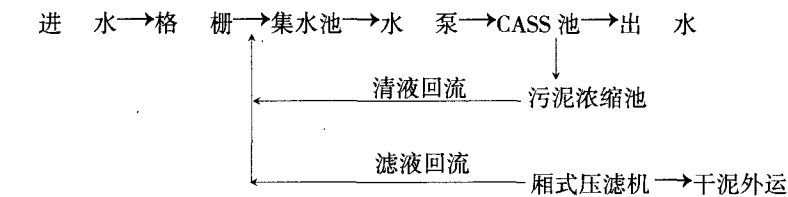


图1 CASS工艺流程图

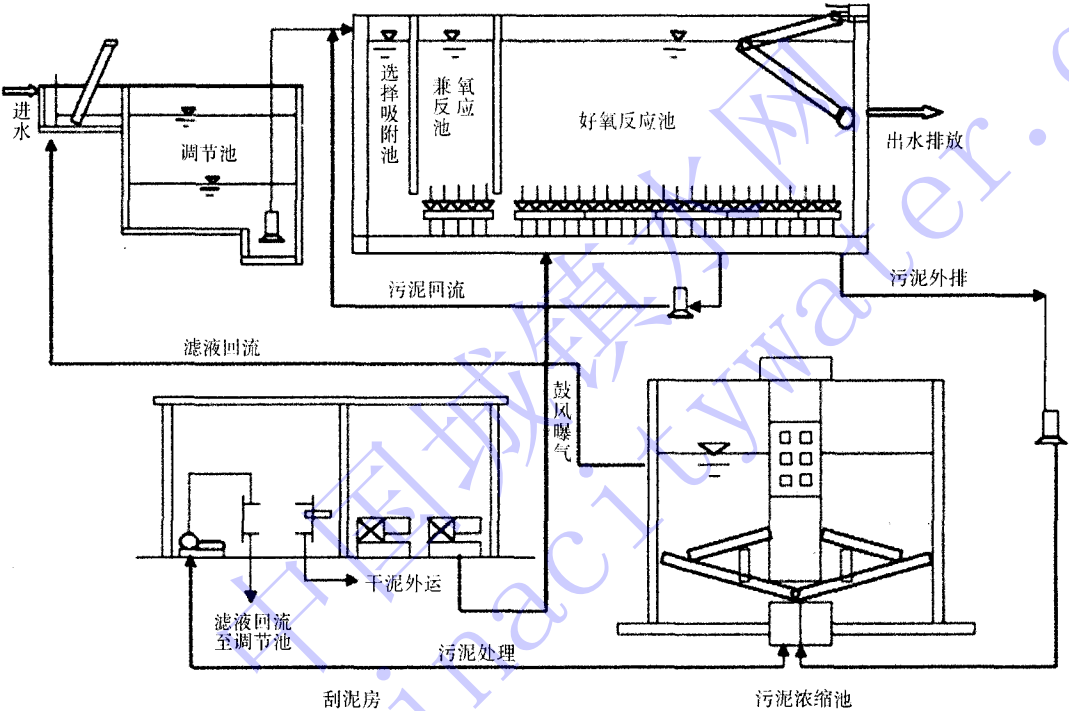


图2 CASS工艺建筑结构图

2.3 运行过程

正如图1、图2所示,废水进入CASS池后,先在选择吸附池中停留时间1.5h,同时通过污泥回流,使得活性污泥在高负荷条件下强化了生物吸附作用,对基质实现了快速积累;然后进入兼氧反应池,实行半限制性曝气;最后进入好氧主反应区。

2.4 运行程序

CASS池中废水以4h一个周期进行循环处理,分为四个阶段:进水、无进水曝气(2h)、沉淀(1h)、滗水(1h)。循环开始时,由于充水,池中水位开始上升,经过一定时间的曝气和混合后再停止曝气(使用管式微孔曝气器),以使活性污泥进行絮凝并在一个静止的环境中沉淀,在完成沉淀阶段后,用移动滗水器滗除上层清液,使水位下降至设定水位,然后重复上述过程(详见表3、表4)。

表 3		CASS 池运行周期表							
运行周期		1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h
CASS I	进水								
	曝气								
	沉淀								
	滗水								
CASS II	进水								
	曝气								
	沉淀								
	滗水								



表 4 CASS 池设备周期表

设备周期表	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h
提升泵								
回流泵								
CASS I 风 机								
滗水器								
排泥泵								
提升泵								
回流泵								
CASS II 风 机								
滗水器								
排泥泵								

3 运行效果分析

根据上述运行程序,经过 6 个月的活性污泥调试后,系统进入满负荷处理状态,接着进入试运行、正常运行阶段,运行结果分析如下:

表 5

水质分析表

项 目	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	平均值
进水 COD (mg/L)	624	1770	1732	2135	2432	1699	1492	994	1610
出水 COD (mg/L)	54.60	49.30	15.24	100.90	123.30	66.30	112.00	88.50	76.27
COD 去除率	0.91	0.97	0.99	0.95	0.95	0.96	0.92	0.91	0.95
沉降比	40.00	40.00	19.40	25.50	31.34	27.40	32.30	40.45	32.05

图 3 为不同浓度啤酒废水经 CASS 反应器处理后出水水质(以 CODer 计)的变化情况。

从表 5、图 3 可得知,当进水浓度有较大波动时,经 CASS 反应器后出水水质仍然比较稳定。原因是 CASS 在反应阶段是充分曝气的,微生物处于好氧状态;在沉淀和排水阶段不曝气,微生物处于缺氧甚至是厌氧状态。因此,反应池中的溶解氧是周期性变化的,池内氧浓度梯度大、转移效率高,这就更

3.1 工艺指标

该厂啤酒废水经两个并联运行的 CASS 池处理后,可去除 95%左右的有机污染物(以 CODer 计),且污泥性质稳定,具体详见表 5。

大大提高了对有机物的去除效率,从而使 CASS 反应器具有较强的抗冲击负荷能力。

从图 4、图 5 中还可以看出,在啤酒生产淡、旺季时,污泥沉降比随污水处理量的变化而变化,同时综合分析表 5、图 3,可知 CASS 池表现出较高的承载负荷能力和相当的适应性,同时也表现了对啤酒废水足够的处理能力。

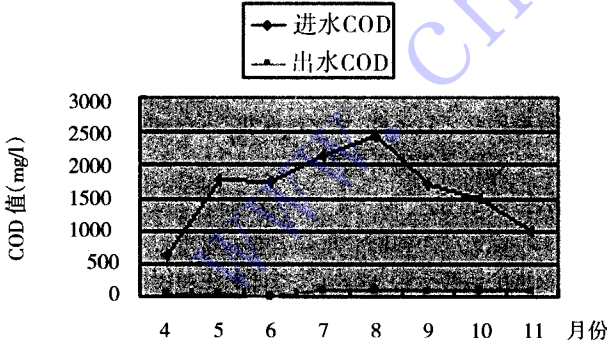


图 3 CASS 池进出水 COD 变化情况

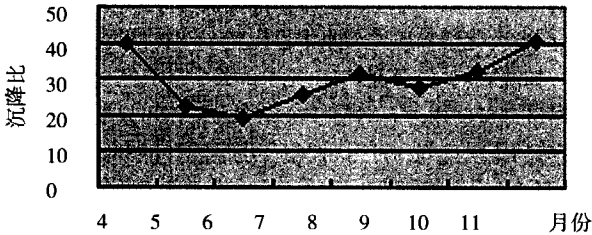


图 5 沉降比变化曲线图

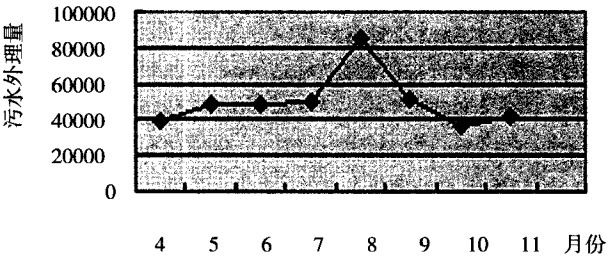


图 4 污水处理量变化曲线图

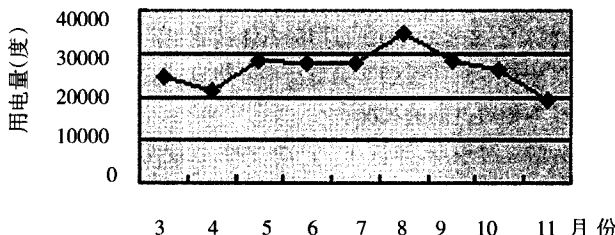


图 6 用电量变化曲线图



3.2 经济指标

综合分析图 4、图 6,可知废水处理用电量与废水处理量成正比。

该厂 CASS 污水处理系统总投资 345 万元,年运行管理费 8 万元。根据该厂所在地工业用水、工业用电的消费标准,

综合计算该厂啤酒废水单位处理成本平均为 0.30 元 /m³(不含设备折旧费,详见表 6),低于绝大多数同类企业的单位废水处理成本(详见表 7),是一种切实有效且较实惠的污水处理工艺。

表 6 单位废水处理成本统计

月份	用电量(度)	用水量(m ³)	污水处理量(m ³)	单位用电(度)	单位用水(m ³)	污水单位处理用电成本(元 /m ³)
3	24696	148	47915	0.51541	0.0031	0.291
4	21168	125	39031	0.54234	0.0032	0.306
5	28448	164	48284	0.58918	0.0034	0.333
6	27832	162	48535	0.57344	0.0033	0.324
7	27552	160	49373	0.55804	0.0032	0.315
8	34800	272	84889	0.40995	0.0032	0.232
平均	-	-	-	-	-	0.300

* 工业用水 0.78 元 / 吨,工业用电 0.56 元 / 度。

表 7 运用 CASS 法的企业单位废水处理成本比较

企业	污水处理方法	处理成本	废水处理量
阜新啤酒厂	CASS	0.56 ^[1]	5000
黄山市某啤酒厂	CASS	0.44 ^[2]	1600
内蒙古呼伦贝尔盟海拉尔市某啤酒厂	CASS	0.42 ^[3]	4000
南京某高校新区	CASS	0.45 ^[4]	2000

* 上述处理成本均仅指 CASS 系统运行耗电所产生的运行成本。

4 优缺点及建议

4.1 CASS 工艺优点

比较起其他处理工艺来,CASS 工艺具有以下几个优点:

4.1.1 设备安装简便,施工周期短,具有较好的耐水、防腐能力,设备使用寿命长;

4.1.2 对污水水质、水量的变化有较强的适应能力,运行可靠、处理效果稳定,出水水质好;

4.1.3 处理工艺在国内外处于先进水平,设备自动化程度高,可用微机进行操作和控制;

4.1.4 整个工艺运转操作较为简单,维修方便,处理厂内不产生污染环境的臭气和蚊蝇;

4.1.5 投资较省,处理成本低,工艺有推广应用价值。

4.2 CASS 工艺缺陷及解决对策

在运行管理过程中笔者发现 CASS 工艺在实际生产中存在着若干个工艺缺陷,通过大量查阅资料以及改良工艺的论证,笔者就此提出相应的解决对策,具体阐述如下:

4.2.1 淡旺季污水处理工艺不变,造成生产成本增高

由于啤酒废水量是随啤酒的产量而变化,存在淡季相对较少而旺季相对较多的情况,这就造成旺季废水有机负荷过高,从而出现了废水处理达标率相对下降、氮磷去除率降低等现象,时常有废水的 COD 等指标不能达到指定标准;在淡季废水量相对少时却按照常满负荷率开机运行,造成废水单位处理成本相对过高的状况。

针对这种现象,建议在生产淡季时,仅使用一个 CASS 池正常运行处理废水,同时另一个 CASS 池根据实际情况适时曝气,用于保持活性污泥活性(该厂 CASS 处理系统为两个 CASS 池并联运行)。因为在生产淡季时,废水量少、活性污泥

的有机负荷低、需氧量少,此时可使用一个 CASS 池正常工作,采用手动控制方式适当延长“曝气—沉淀”的时间间隔,减少用电量,降低废水单位处理成本。根据上述讨论,一个 CASS 池的运行效能能够满足生产淡季的废水处理要求,保证出水水质达到相应标准。

4.2.2 除磷效率低

虽然 CASS 工艺相对于其他废水处理工艺而言,氮磷的去除率是较高的。但笔者发现在实际生产中,由于 CASS 工艺没有专门的厌氧区,使得在旺季时,废水中的磷去除率不是很高,而磷又是造成水体富营养化的限制因子,因此改进相应工艺提高磷的去除率很有必要。

建议延长“曝气—沉淀”时间间隔,以增强微生物对有机物的硝化作用和反硝化作用,同时为聚磷菌的厌氧释放磷和好氧摄取磷提高适宜条件,加之适时排除剩余污泥,从而使处理后的水达到较高的磷去除率。

4.2.3 活性污泥中毒

由于啤酒生产车间同时排放出各类废水,其中的某些化学成分及重金属物质会导致活性污泥发生污泥中毒现象,从而失去降解功能,出现 CASS 池大面积“泛红”、活性污泥处理效果降低的现象。

就此建议啤酒生产车间严格按照相关程序操作生产,严禁乱倾倒各类化学物质进入水体。生产车间在使用各种化学试剂时,如洗瓶剂、消毒剂等,应先了解其中含有的主要化学成分,尽量避免使用含有对活性污泥有毒害作用或增加污泥处理负荷的化学试剂,并严格控制使用量。另外还可适当延长废水在调节池的停留时间,同时对于调节池水质进行适时监测,以便及时掌握进水水质变化情况,采取相应的系统操作程序。



4.2.4 处理负荷高,运行吃力

虽然从总体上来看,该厂采用 CASS 工艺来处理啤酒废水,取得了相对较满意的效果,但从实际运行效果以及其中存在的诸多问题来看,该 CASS 系统面临处理负荷高、运行吃力的现实问题。

建议在 CASS 池前建一厌氧工艺处理池(如 UASB 池),采用清污分流处理工艺,将含有机物浓度高、生化性好的废水(如糖化、发酵排出的废水)分流至厌氧池进行预处理,出水与灌装车间等低浓度废水汇流进入 CASS 池进行处理^[9]。这样不仅可以去除一部分有机物,提高有机物去除率,最重要的是可以降低 CASS 池的处理负荷,并能减少耗能,使污泥产量降低,从而提高了 CASS 系统的处理效率。

4.2.5 剩余污泥处理效果不佳

在满负荷运行状态下,该 CASS 系统的排泥量相对较大,但经框架压滤机处理后却效果不佳,表现为污泥不能压制成型、聚集性差、脱水率低等。

建议认真分析排出污泥的性质,如污泥有机物与无机物比重、含水率、含有的化学元素量、泥龄等,选择能够与之相适应的污泥处理设备。选定污泥处理设备后,在保证出水水质的大前提下,通过调控运行期间的“曝气—沉淀”时间间隔来调整污泥性质,使之排出后能够达到较好的处理效果。在经济及实际情况允许的条件下,选择适当工艺,减少污泥产量即可减轻污泥处理负担。

5 啤酒废水活性污泥处理前景展望

在实际生产中了解 CASS 工艺处理啤酒废水的特点后,通过对比其他啤酒废水生物处理法,可预见啤酒废水活性污泥处理的发展趋势主要表现在以下几个方面:

5.1 充分利用新技术对现有的啤酒废水处理工艺进行因地制宜

宜的技术改造,采用高效节能的生物反应器^[9]。

5.2 针对啤酒废水中有机物含量高、生化性好的特点,同时考虑能源紧张的形式,将主要采用厌氧—好氧联合技术,提高生物处理法去除污染物的广谱性。例如:经工程实践表明 UASB-SBR/CASS 工艺对啤酒废水是一种行之有效的处理工艺,这种系统具有很强的 PH 缓冲能力、不用补充氮源,且能确保达标排放且优于国家污水综合排放一级标准等优点,可广泛推广使用^[9]。

5.3 实行清污分流,不仅可以减轻处理系统负荷,还可以是污泥产生减量化、减少耗能,降低运行成本、提高出水水质。

5.4 发展多单元组合工艺,包括厌氧与好氧操作的组合、悬浮生物与生物膜法的组合、物理化学方法相结合等,从而提高生物法的适用性,维持高负荷条件的运转方式,提高出水水质的稳定性^[7]。

[参考文献]

- [1] 王本辉,傅金祥,李彤岩,姜海.CAST 工艺在阜新啤酒厂生产废水处理中的应用[J].沈阳建筑工程学院学报(自然科学版).Vol.19 No.4 (2003):312-315
- [2] 李 峥,吴效东,程鸣,陈顺庆,王巧华.循环式活性污泥法(CASS 法)处理啤酒生产废水[J].辽宁城乡环境科技.Vol.22 No.4(2002):39-40
- [3] 周 刚.CASS 工艺在高寒地区处理啤酒废水中的应用[J].给水排水.Vol.27 No.1(2001):46-49
- [4] 梅凯,吴慧芳.CASS 法工艺在某高校生活污水处理中的应用[J].南京工业大学学报.Vol.27 No.1(2005):71-75
- [5] 刘咏,钱家忠,李如忠.生化法处理啤酒废水的技术分析与展望[J].合肥工业大学学报(自然科学版).Vol.26 No.1(2003):145-147
- [6] 熊庆明,解庆林,丁昌福.UASB-SBR 处理啤酒废水工艺控制[J].工业水处理.Vol.22 No.5(2002):57-59
- [7] 郝鲁江,凌飞.啤酒生产中废水的产生及生物处理技术[J].山东轻工业学院学报.Vol.14 No.4(2000):71-75

The Study on CASS Process of Brewery Wasterwater Treatment

WANG Gui-hua, LI Ji-Liang, YI Zhi-qiang

(College of Biological science and Technology of Xiaogan University, Xiaogan 432000 Hubei,China)

Abstract: This article selects the CASS systems of a sewage treatment station in the Hubei King Longquan beer (Xiaogan) limited company to conduct the research. Over the past two years, the system for specific operational effectiveness is: The organic pollutant (counts by COD_{Cr}) removes rate reaches 95%. Leakage water maintains a stable quality while the quality of enter water has a bigger undulation. The unit waste water processing cost equally is 0.30 Yuan /m³, lower than other similar processes. This system has has a small investment, operation and management simplicity advantages, but simultaneously, this system exists several problems as fallow: The process of off-season costs much while the load of busy season keeps highly, the effect of phosphorus elimination relatively not to be good, the actived sludge has been poisoned and so on. After the investigation and study, this article proposed the corresponding solution countermeasure on the problems which the system exists.

Key words: CASS processes; hrewery wastewater; activated sludge; wastewater treatment