

固液分离-UASB-SBR 技术处理酒精糟液工程

田宁宁 王凯军

提要 论述了薯干原料酒厂酒精糟液的处理技术,提出带式压滤机固液分离-UASB-SBR 的酒精糟液处理工艺。以某酒厂的应用实例说明工程设计方案、调试过程和处理效果。

关键词 薯干制酒 酒精糟液 固液分离-UASB-SBR 带式压滤机

酒精工业是国民经济重要的基础原料产业。酒精广泛应用于化学、食品、日用化工、医药卫生等领域。我国的酒精年产量约为 300 万 t,生产原料以粮食(玉米、薯干等)为主,粮食酒精中约有 80 %是用薯干酿造的。酒精生产过程中蒸馏工序排放的酒精糟液是一种含高悬浮物、高浓度的有机废液。据统计,每生产 1t 酒精,排放的有机物含量达 500kg 以上。全国每年排放的酒精工业废水约为 1 200 万 m³。大量的高浓度有机废水如果不经严格的处理直接排放,将会造成严重的污染。资源浪费、污染环境已成为制约国内酒精工业发展的一个重要因素。

安徽省泗州酒厂是一个以薯干为原料生产酒精的白酒厂,年产酒精 5 000t。正常生产时排放酒精糟液 250m³/d,糟液温度为 90℃。废水中主要含糖类、有机酸、蛋白质和纤维素等,有机物浓度很高,COD_{Cr}达到 30 000~45 000mg/L,BOD₅达到 15 000~25 000mg/L。糟液非常浑浊,SS 约为 40 000mg/L。废液呈酸性,pH 为 3~4。酒精糟液虽然污染物浓度高,但没有生物毒性,可生化性好。该厂属于淮河流域限期治理项目。为了彻底根治其对周围环境和地下水资源的严重污染,该厂对酒精废液进行综合利用,建成处理能力为 250m³/d 的高浓度有机废水(酒精糟液)处理厂。同时回收糟液中的饲料和生产沼气。

设计废水水质指标为:COD_{Cr}:40 000mg/L;BOD₅:25 000mg/L;SS:20 000mg/L;pH:3.5~4。处理后出水水质应达到《污水综合排放标准》(GB8978-88)中的行业一级标准:COD_{Cr}:<350mg/L;BOD₅:<200mg/L;SS:<200mg/L;pH:6~9。

1 处理工艺选择

酒精糟液综合利用和深度处理的关键之一是对酒精糟液进行有效的固液分离。薯干酒精糟液的脱水处理具有很大难度,过去采用离心脱水机和箱式压滤机两种脱水设备进行脱水试验,由于薯干酒精糟液粘度大,粒度小,容易将离心脱水机的滤网和箱式压滤机的滤布堵塞,结果均不很成功。因而无法应用于薯干酒精糟液的脱水。

原机械部环保所对酒精糟液脱水工艺进行了深入研究,开发研制出新型带式压滤机(见图 1)。新型带式压滤机特点如下:超长的重力脱水区;超长的斜式楔形区;结构紧凑、压力递增的压榨区;独创滤带偏移检测方式和双端纠偏机构;性能好、效率高的反冲洗方式。

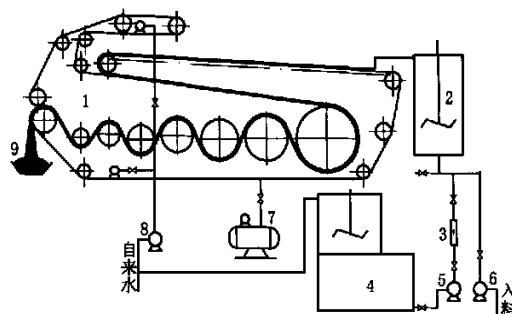


图1 新型带式压滤机工作原理

1 带压机 2 反应器 3 流量计 4 速溶机 5 加药泵
6 输料泵 7 空压机 8 冲洗泵 9 输送机

在某酿酒厂进行的工业性试验结果显示:进料酒精糟液含水率为 96 %~96.5 %,pH 值为 4.0,温度为 70℃。脱水处理后酒精糟饼含水率 72 %。利用带式压滤机进行酒精糟液脱水是一种尝试和突破。技术关键是针对性地提出调节等电点和相应的絮凝处理工艺,可以提高糟渣回收率,提高糟液

COD_{Cr}去除率(74%),对减轻后部滤液深度处理负荷具有明显效果。

经过带式压滤机对酒糟废液进行固液分离以后,滤液的COD_{Cr}可降低50%左右,SS也大幅度降低,有利于废水的厌氧和好氧的生化处理。后续的厌氧工艺采用上流式厌氧污泥床(UASB),好氧工艺采用序批式活性污泥反应器(SBR)。

2 处理工艺介绍

本工艺的核心是:固液分离、UASB和SBR。酒糟废液经过粗格栅进入调节池进行冷却和调节,再用立式污泥泵将糟液泵入污泥浓缩池,浓缩后的糟液进入带式压滤机进行固液分离。滤渣经挤压、干燥可制成直接供销售的饲料。滤液泵入厌氧UASB和好氧SBR单元进行处理,出水达标排放。UASB产生的沼气经水封阻火器后进入储气柜或输送到工厂锅炉直接燃烧(见图2)。

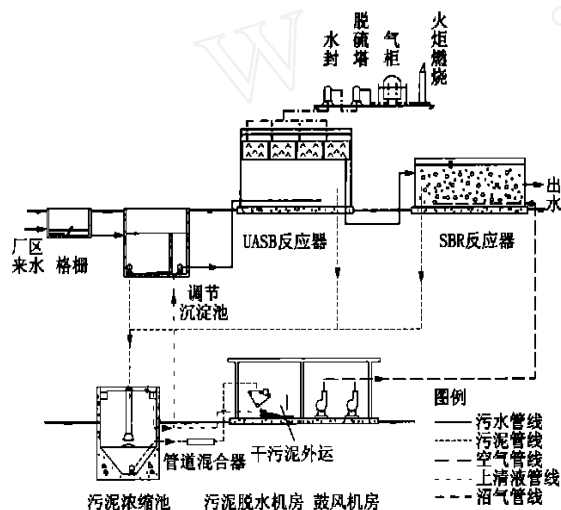


图2 泗州酒厂酒精糟液处理流程

3 主要处理构筑物、设备的设计

3.1 调节沉淀池

调节沉淀池为地下结构,总体尺寸为:长10m,宽4.5m,深3.0m,水力停留时间为12.0h。调节池底部设污泥斗,污泥斗倾角50°,斗内设污泥提升泵将沉淀污泥提升至浓缩池。调节池浅水区设厌氧进水泵2台,1用1备。

3.2 UASB反应器

酒糟废液经固液分离后COD_{Cr}去除50%,UASB进水COD_{Cr}20 000mg/L, $Q=225\text{m}^3/\text{d}$ 。设计

负荷为 $7.0\text{kgCOD}_{\text{Cr}}/(\text{m}^3\cdot\text{d})$,消化温度 $35\sim37^\circ\text{C}$ 。UASB反应罐选用 $D=11\text{m}$, $H=8.0\text{m}$,有效水深 $H=7.5\text{m}$ 。UASB内设有供水、泥、气分离用的三相分离器,以维持反应罐内高活性的厌氧污泥菌群,并有效地回收沼气,UASB出水COD_{Cr}3 000mg/L,SS1 500mg/L。其沼气产量为 $2\,000\text{m}^3/\text{d}$ 。

3.3 SBR反应器

进水COD_{Cr}3 000mg/L,SS1 500mg/L,污泥负荷为 $0.3\text{kgCOD}/(\text{kgMLSS}\cdot\text{d})$,污泥浓度为 3g/L ,SBR反应器有效容积为 750m^3 。依据废水处理工艺要求设置2座圆形SBR反应器。每座SBR反应器的尺寸为: $D=11\text{m}$, $H=5.0\text{m}$,有效水深4.5m。

根据SBR反应器的运行规律和设计要求确定不同的运行周期,排水方式采用篦水器排水,依据时间控制其升降实现排水。

曝气装置采用中微孔曝气器曝气,曝气器的氧利用率按10%计算,曝气池对COD_{Cr}去除率为90%,则供气量应为 $10\text{m}^3/\text{min}$,选SSR100风机3台,2用1备。

3.4 风机房

风机房安装3台SSR100离心风机,2用1备。单机风量为 $6.73\text{m}^3/\text{min}$, $H=5.0\text{m}$ 。

风机房设有隔音的配电室及操作休息间,风机房总尺寸:长×宽×高=10m×5m×7m。

3.5 污泥浓缩池

酒糟液进入调节沉淀池后,大部分污泥将沉淀于污泥斗内,经污泥泵提升至污泥浓缩池进行浓缩,以利于后续的污泥机械脱水。污泥浓缩池为半地下式钢筋混凝土结构,其几何尺寸为: $D\times H=5.0\text{m}\times7.0\text{m}$ 。

浓缩后污泥进入带式压滤机进行机械脱水,浓缩池上清液回流至调节池后进入UASB厌氧反应器进行处理。

3.6 污泥脱水机及脱水机房

浓缩以后的糟液和污泥,用泥浆泵输送到管道混合器与高分子絮凝剂和助凝剂混合,在折板式絮凝反应器中反应后流入带式压滤机脱水,设计中选用带式压滤机,带宽1.5m,处理量为 13.5m^3 湿泥/h。脱水机滤后的上清液回流至调节池后进入UASB进一步处理,带式压滤机反冲洗所用的自来水和空

气由离心泵和空压机供给。脱水以后的污泥饼(含水率 80%)有很高的营养价值。工艺中所用药剂经药品毒理试验及饲用试验均证明对牲畜无毒无害,所以带式压滤机分离出的泥饼可直接做饲料,若以每 t 饲料(干物质)500 元计,每年以 300 个工作日计算,则年收益为 120 万元。

污泥脱水机房由机房、配电室及值班室组成。内装有带宽 1.5m 的带式压滤机 1 台及相应的污泥泵、溶药罐、空压机等辅助设备,脱水机房平面尺寸: $L \times B = 12.0\text{m} \times 5.0\text{m}$,檐高 5.0m,砖混结构。

4 运行调试和处理效果

工程调试先从厌氧部分开始,分为三个阶段:污泥驯化培养期、负荷提高期和满负荷运转期。从 1997 年 10 月开始厌氧部分的调试,至 1998 年 4 月酒精废水全部进入 UASB 反应器,有机负荷达 $8.0\text{kgCOD}_{\text{Cr}}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$, COD_{Cr} 去除率稳定在 90%以上,出水 COD_{Cr} 为 $2\,500\text{mg/L}$ 左右,SS 为 $1\,500\text{mg/L}$ 左右。1998 年 3 月好氧系统也投入运行,经过 3 个月的运转,各项指标均达标。

第一阶段污泥驯化培养期:利用邻县的灵璧酒厂厌氧处理装置中的厌氧污泥接种,接种后反应器污泥浓度约为 20.0g/L 。由于两厂水质及发酵温度相似,因此污泥不需要进行驯化,从而缩短启动时间。厌氧罐由 20 升至 37,每日升温 $1 \sim 2$ 。将少量调节池中的高温废水泵入厌氧罐,多余废水流出,如此进行加热循环。控制进水量为 $4 \sim 6\text{m}^3/\text{h}$ 。同时控制以 $0.1 \sim 0.3\text{kgCOD}_{\text{Cr}}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 的容积负荷投加废水,当温度升高到 37 时,负荷达 $2\text{kgCOD}_{\text{Cr}}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 时,进入提高负荷阶段。

第二阶段负荷提高期:在反应罐稳定运行的基础上,负荷从 $2\text{kgCOD}_{\text{Cr}}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 提高到设计负荷 $7.0\text{kgCOD}_{\text{Cr}}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 。驯化期间间歇进水,一天两次,根据浓度和水量控制负荷。要求控制反应罐出水挥发性有机酸(VFA)小于 200mg/L ,pH 7.2 以上, COD_{Cr} 去除率 80%以上且产气正常,方可进一步提高负荷。整个调试期约 7 个月(第一阶段 4 个月,第二阶段 3 个月),自 1998 年 4 月 UASB 达到设计负荷后, COD_{Cr} 去除率一直维持在 90%以上。虽然水质有波动,但有机负荷总是稳定在 $7.0\text{kgCOD}_{\text{Cr}}/$

$(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 以上。随着有机负荷的提高,产气量也相应提高,产气率为 $2.6 \sim 3.7\text{m}^3/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 。

SBR 好氧反应器的调试比较简单。先在反应器中注入清水和少量废液开始曝气,待生长出污泥后逐渐增加废水量。1998 年 3 月开始达到满负荷运行, COD_{Cr} 去除率达到 90%以上,出水水质达到规定的排放标准。

安徽省环境监测中心站于 1998 年 5 月 19~21 日对酒厂生产排放废水进行监测,结果表明:泗州酒厂酒精生产排放废水 COD_{Cr} 、SS 平均浓度、pH 值及酒精吨排水量均符合《污水综合排放标准》(GB8978-88)中发酵、酿造工业的有关规定。

参考文献

- 1 王凯军. 再论厌氧(水解)-好氧处理工艺. 中国环境科学,1998,18(4):337~340
- 2 杜兵,等. UASB 处理酒精废水生产运行研究. 中国沼气,1999,17(2):14~17
- 3 张德清. 薯类酒精废糟液治理工程设计探讨. 给水排水,1999,25(7):34~36

▲作者通讯处:100037 北京市阜外大街
北京市环境保护科学研究院
电话:(010)68332299
修回日期:2000-4-5

书 讯

为全面总结国内外典型城市污水及工业废水处理工程设计、施工、运行管理等方面的经验,建设部科技信息研究所继 1999 年编辑出版《国内外给水工程设计实例》一书后,又于今年组织全国有关单位的技术人员编辑出版了《国内外废水处理工程设计实例》一书。本书共精选出 57 个国内外典型废水处理工程设计实例,其中有北京高碑店污水处理厂、天津新建东郊污水处理厂、成都三瓦窑污水处理厂以及福州、深圳、西安、乌鲁木齐、昆明等 19 个生活污水处理厂;29 个工业废水处理厂,以及美国、德国、澳大利亚、瑞士、芬兰等 9 个国外城市污水处理厂实例。

全书 32.4 万字,已由化学工业出版社出版发行。售价 30 元,另加邮费 5 元。需要者请与建设部科技信息研究所丁亚兰联系。

地址:北京西外车公庄大街 19 号(100044)
电话:(010)68393546 68308213(传真)

GISs, this paper presents a method of status analysis for water pipe networks with Genetic Algorithms (GA) to solve the problems of accuracy of node flow and Hazen-Williams Coefficient. It also presents the basic GA theory, water distribution system's mathematical modeling, one king and many queens genetic inheritance method, genetic saltation theory and some of the C++ source codes. With the program, we extend the function for WDOC software. The example gives out an idea that WDOC can do the works of status analysis for water pipe networks.

Optimal Management of Urban Discharge System Zhang Zhongxiu et al (37)

Abstract: The scale and layout of wastewater discharge system must be proved in the general urban planning. But nowadays in most case it is qualitative, so the reliability is low. A method and calculation of dynamic quantitative analysis of wastewater discharge system are presented; it will be practical for general urban planning.

Design and Operation of Wool Wastewater Treatment Facility Hu Daqiang (40)

Abstract: A Wool Wastewater Treatment Facility has been improved on the basis of embedded analysis of the original facility and experimental research. This is a composition of acidification-biological-physicochemical processes. By the reformed facility stable effluent with $\text{COD}_{\text{Cr}} < 200 \text{ mg/L}$ which is quite enough to meet the national wastewater discharge standard has been obtained in condition when the inlet COD_{Cr} was $2\,000 \text{ mg/L}$.

Approach of Domestic Animal Breeding Wastewater Treatment Yu Jinlian et al (44)

Abstract: This paper studies the treatment of domestic animal breeding wastewater by the coagulation-ammonia removal-aerobic biochemical process. It shows that the suspended solid, colloid and partial non-degradable substance in breeding wastewater can be decreased greatly by adding of calcium hydroxide. It is benefit to biodegradation when $\text{NH}_3 - \text{N}$ is below 200 mg/L after ammonia removal. Then, the quality of effluent can meet the discharge standards of domestic animal breeding wastewater of Shanghai under the condition of sludge concentration at $3\,500 \sim 4\,500 \text{ mg/L}$, COD_{Cr} volume loading $< 3.0 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{d}$ and $\text{NH}_3 - \text{N}$ volume loading $< 0.22 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{d}$.

Design and Application of Separation Chamber for Coarse Granules Gu Yuanhua (47)

Abstract: Some problems often raise in design of separation chamber for coarse granules are discussed and solutions have been given. Also attentions to select the design parameters are indicated.

UASB-SBR Process to Treat Potato Fermentation Wastewater Tian Ningning et al (49)

Abstract: This paper is focusing on comparing three basic treatment processes such as liquid-solid separation, anaerobic fermentation and oxidation. The full scale of combination system of Pressure Filter UASB-SBR for the treatment of potato fermentation distillers was studied. The result showed that after the effective separate of solid and liquid the UASB's volumetric COD loading could reach $8 \text{ kgCOD/m}^3 \text{ per day}$. The effluent reached the discharge standard.

Deposition of Solid Particles in Uniform Revolving Liquid Pi Yunzheng et al (52)

Abstract: In uniform revolving liquid vessel solid particles shall distribute gradationally with different densities around the revolving axis. The particles concentrated on the middle bottom of the vessel will form a paraboloid. The parameters of this paraboloid such as surface equation, height and maximum diameter could be calculated, and these are related to the revolving speed, the densities of the solid particles and the liquid.

Design of Fire Hydrant System for 9 to 12-storey Residential Buildings Song Jian (55)

Abstract: Some recommendations in design of fire hydrant system for 9 to 12-storey residential buildings are proposed, these include the incorporation with the drinking water system, leaving out of roof water tank when the frequency control or pneumatic water supply facility with reliable power source is installed.

Experiences on Supervising of Building Water System Construction Cheng Xianqi et al (57)

Abstract: The experiences on supervising of indoor and outdoor pipeline engineering are summarized. Some common problems and countermeasures are included.

Application of Low Expansion Foam Extinguishing Sprinkler System Mao Jian (59)

Abstract: This paper covers low expansion foam extinguishing sprinkler system and its design practice. The practical technical measures to use this system for large-area protection like big warehouse are also included.

On Electrothermal Accumulator Based Central Hot Water System Wu Xiaoli (61)

Abstract: The down price policy in low loading time of energy consumption is about to be issued and it will be very beneficial to the users. In this paper the electrothermal accumulator based central hot water system, which spends power in low loading period for thermal accumulation and releases the heat in high loading period for hot water supply was discussed technically and economically and it is believed that the feasibility and necessity to develop this system have been established. The perspective of this system is wide both for the national macro power policy and the economical interest of the users.