

聚酯废水的生化处理

杨志明

(湖南金迪化纤有限责任公司动力厂,湖南 湘潭 411101)

摘要:UASB-SBR 方法是目前处理有机废水采用较多的工艺。本文介绍了用此方法对聚酯废水进行处理的工艺状况,并介绍了有关的运行管理经验。针对聚酯废水的特点,充分结合生化系统的特性,实现整套工艺的稳

关键词:聚酯;废水;UASB-SBR 处理

中图分类号:TQ323.41;X783.1 **文献标识码:**B **文章编号:**1008-8261(2005)06-0032-03

聚酯废水主要来自于聚酯化纤企业的聚合生产、前后纺加工以及各种辅助设施。它具有成分复杂、浓度较高、来水不稳定、有时夹带有油剂、浆料、重油等成分,水体氮、磷成分含量少,可生化性较差的特点。特别是生产过程的不稳定因素,如果没有进行有效的控制和调节,容易给系统造成负荷冲击。湖南金迪化纤有限责任公司是一家年产 10 万 t 切片,3 万 t FDY 和 1 万 t DTY 的化纤企业。聚酯设备为瑞士伊文达提供,废水处理设施由深圳晓清公

司总承包。该套废水设施采用厌氧—好氧的处理工艺,同时配合一些其他的处理方法和工艺。经过施工方的精心调试,生产单位的认真管理,该套装置自 1999 年运行至今,运行状况良好,出水效果优良。2000 年通过国家环保总局的验收,现在成为湘潭地区废水稳定达标排放的样板工程。

1 工艺流程

本厂聚酯废水处理工艺流程如图 1 所示。

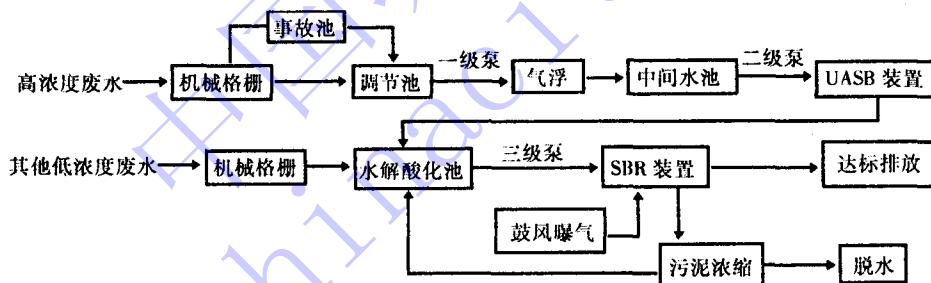


图 1 聚酯废水处理工艺流程

Fig. 1 Polyester waste water treatment technology process

在工艺过程上,首先将废水分为高浓度和低浓度废水;聚酯装置生产的废水从车间由排污管线以重力流形式排入废水处理站。在进站口,设有一个高浓度存放池,专门起到对水量、浓度经常变化的高浓度废水进行水质、水量的调节和容纳。从存放池出来的水经机械格栅截留废水中夹带的固体杂物,流入调节池。在调节池之前设有一个三通阀,异常情况下的

高浓度废水进入事故池,进行存放,留待以后处理。在调节池完成调节废水水质、水量。浓度负荷通过分析化验和人为方式控制下的配水进行调节,pH 由专门的 NaOH 自动投加装置进行控制。调节

池中设置水下搅拌器以避免固体悬浮物沉淀,并促进调节池内水体的混匀;池中废水由设在池中的潜

水式污水泵提升至 CAF 气浮装置。废水在进入 CAF 气浮装置前加入混凝剂和助凝剂,在药剂的作用下废水中成乳化状态有机污染物被破乳形成絮体,再进入 CAF 气浮装置,CAF 气浮装置是通过独特的涡凹曝气机在水中产生“微气泡”,“微气泡”在水中上升的过程中悬浮的絮体密度大大小于水,迅速升至水面;再由 CAF 气浮装置上的刮泥机刮至集泥槽。去除乳化物后的废水流入中间集水池。



二级提升泵由 PLC 控制从中间集水池中将废水提升至 UASB 反应池—即上流式厌氧污泥床,UASB 由反应区、沉淀区和污泥层 3 部分组成。废水由池底以脉冲形式进入反应池,通过池底培养的厌氧颗粒污泥层,厌氧微生物分解废水中的有机污染物并产生 CH_4 。反应池内设置三相分离器,分离水中的污泥和 CH_4 气。 CH_4 气由集水槽排出;污泥回流到池底。经 UASB 反应池处理后的出水,其有机物浓度已大大降低;同时,通过厌氧的水解过程,废水中一些难降解的大分子和长链结构的物质分解成小分子物质,有利于系统后序各环节的处理,提高了废水的可生化性。此水流入水解酸化调节池与厂区内低浓度废水混合。水解酸化调节池水力停留时间 12 h,其中水解时间 4 h,调节时间 8 h。水解酸化调节池内置球形填料,利用填料表面上生长的生物膜与水中的有机污染物发生水解酸化反应,有机污染物经水解酸化反应后的分子由大变小,可以大大提高其生化系。池内设潜水型污水泵将废水提升至 SBR 反应池。

SBR 反应池—即序批式污泥法,它是集进水、生物降解、沉淀、排水和闲置等功能于一体的污水生化处理工艺。SBR 内,底物和微生物浓度的变化在时间上呈理想推流,在空间上呈完全混合状态。具有处理效率高、耐负荷冲击能力强的特点。SBR 内采用 AIRFLEX 公司生产的 CPS 膜片式曝气头,采用山东章晃的 SSR-150 罗茨鼓风机,气压 53.9 kPa,流量 11.12 m^3/min ,一用一备。

本项目的 SBR 工艺根据水质、水量和废水排放实际情况,采用 2 座 SBR 反应池,每座反应池运行周期为 12 h,其中充水期 4 h,曝气反应期 8 h(其中包括充水期 3 h),沉淀期 2 h,滗水期 0.5 h,闲置期(包括排泥)0.5 h。根据酸化池来水情况,反应池运行周期可以适当调整。反应期的曝气时间控制也可以灵活掌握,根据需要采用限制性或非限制性曝气方式,控制反应池基质浓度梯度和抑制污泥膨胀。经 SBR 反应池处理后,废水水质达到排放标准。在每座 SBR 反应池内单独设置 4 台潜水型污泥泵将

剩余污泥排入污泥浓缩池。污泥在污泥浓缩池中静置 12 h;在重力作用下污泥下沉,采用多管排出上清液,上清液排入水解酸化调节池。污泥浓缩池底部浓缩的污泥由污泥泵输送至污泥脱水间,加药后经过污泥脱水,干化后的污泥外运。

2 设备

各处理池规格见表 1。

表 1 各处理池规格

Table 1 Specifications of different treatment ponds

反应池	规格/m	备注
高浓度存放池	4×4×2.5	地上式,一座
事故池	5×5×3	地下式,一座
调节池	5×4×3	地下式,一座
中间集水池	3×2×3.5	地上式,一座
UASB 池	7×3.5×5.8	地上式,一座
水解酸化池	10×5×4	地下式,一座
SBR 池	9×6×5.5	半地上式,两座

3 处理结果

3.1 处理能力

聚酯装置排放的高浓度废水为 90 m^3/d 。

厂区内其他低浓度废水排放量为 210 m^3/d ;总处理水量为 300 m^3/d 。

3.2 废水设计水质

聚酯装置排放的高浓度废水

$\text{COD}_{\text{Cr}} \leq 8\,400 \text{ mg/L}$, $\text{BOD}_5 \leq 5\,660 \text{ mg/L}$,

$\text{SS} \leq 1\,081 \text{ mg/L}$;

厂区内其他低浓度废水

$\text{COD}_{\text{Cr}} \leq 400 \text{ mg/L}$, $\text{BOD}_5 \leq 200 \text{ mg/L}$,

$\text{SS} \leq 250 \text{ mg/L}$ 。

3.3 处理后水质 (GB8978-96 国家环保一级排放标准)

$\text{COD}_{\text{Cr}} \leq 100 \text{ mg/L}$, $\text{BOD}_5 \leq 30 \text{ mg/L}$,

$\text{SS} \leq 70 \text{ mg/L}$ 。

3.4 废水实际处理、排放情况

废水处理结果见表 2。

表 2 废水处理结果

Table 2 Waste water treatment results

采样点	$\text{COD}/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	pH	$\text{BOD}/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	$\text{SS}/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	停留时间/h	COD 去除率/%
高浓度	2 000~6 000	3~6	400~1 000	200~600		
调节池调配	2 000~4 000	8~10	400~1 000		8	
UASB 出水	1 000~2 000	5~7	800~1 200	300~800	24	50~70
低浓度	80~200	6~8	60~120	80~120		
酸化池	300~800	6~8	80~200	100~160	12	10~20
SBR 进水	250~700	6.5~8.5	80~220	80~140	12	60~90
SBR 排水	30~80	6~8	8~15	10~30		



4 工艺控制及运行管理

4.1 水源控制

(1)对于生产过程产生的高浓度废水,首先一定要在源头上进行充分地控制,特别是生产原料的泄漏和未完全利用,不但使生产不经济,也是严重的污染源,严重威胁废水处理的正常运行。所以要严格保证生产装置的良好,减少泄漏;另外在排水源头适当用构筑物或容器容纳,以静置出部分有机物并回收。

(2)利用设置的高浓度存放池的容纳能力,经常性进行观测,以便了解废水的变化趋势,使系统留有充足的应变能力;适当地利用事故池作为特殊情况下的调剂。

4.2 UASB 的启动

采取的是间接接种法培养厌氧污泥,从某啤酒厂运来足够的污泥,在反应器内,严格控制进入的废水参数,按照方案和步骤,逐步培养,以形成颗粒污泥为目的,慢慢加大处理水量。

(1)一次性投加足够量的接种污泥,一般接种污泥为装置容积的 30% 左右,污泥活性越好,启动越快,接种污泥投加量为 $40 \sim 60 \text{ kgTSS/m}^3$ [1];

(2)刚开始,从污泥床流出的污泥要用水力负荷别选,以使沉淀效果差的污泥连续的从污泥床流出,使密度大的污泥在床内积累,并进行增殖,进行颗粒化;

(3)启动初期,进水 COD 浓度较低,污泥颗粒化快,若废水 COD 浓度超过 3000 mg/L ,需要用出水或清水稀释;污泥有机负荷不宜过高,一般以 $0.1 \sim 0.3 \text{ kgCOD/kgvss} \cdot \text{d}$ [2] 为宜(本工程设计污泥有机负荷为 $0.4 \sim 0.6 \text{ kgCOD/kgvss} \cdot \text{d}$,水力停留时间为 32 h)。若在运行中突然增加污泥负荷,会导致挥发性有机酸升高,出水水质恶化。遇到此类情况,应停止进水 $2 \sim 3 \text{ d}$,并降低负荷,观察出水情况。

(4)可降解的 COD 去除率达到 60% 时,系统有稳定的甲烷气体产生,逐渐以 10% 梯次增加有机物容积负荷;

(5)废水中原有的或发酵过程中产生的各种挥发酸浓度高时,不应再提高有机容积负荷。以水体产酸来进行分析,当水体产酸以乙酸为主导时,说明其酸化反应朝产甲烷过程发展。

如何培养 UASB 内沉降性能良好、产甲烷活性高的颗粒污泥,是 UASB 处理废水的关键。反应器内的污泥分为污泥区和悬浮区,悬浮区位于污泥区的上部,它占整个 UASB 容积的 70% 左右,其污泥浓度低于污泥区,由高度絮凝的污泥组成,一般为非颗粒污

泥,其处理量占整个反应器有机物降解量的 10% ~ 30%,污泥区和悬浮区组成 UASB 的反应区。

颗粒污泥的形成包括外部环境(温度、pH、水力负荷)和内部条件(有机物负荷、N、P)。

外部条件中,要适当控制温度在 $20 \sim 40 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (水体温度过低时,我们在中间集水池设有蒸汽盘管进行加热),pH 值在 $6 \sim 8$ (启动期,水解酸化比较剧烈,水体的 pH 值下降较快,可适当投加 NaOH 或 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 将进水 pH 提高到 $9 \sim 12$)。水力负荷决定的上升液流和由于产气促成的上窜气泡对反应区内的污泥粒子产生的浮载作用,使大而重的污泥粒子堆积于底部,小而轻的污泥粒子浮于上层,表面水力负荷在 $0.25 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 以上时,会产生水力分级现象。

内部条件中,主要严格保证 UASB 进水的 COD_Cr 负荷不致陡然上升过快,导致 UASB 内过度酸化;另外,进水保证 UASB 池中 COD_Cr 、N、P、S 的营养结构平衡,当污泥负荷在 $0.5 \sim 0.6 \text{ kg COD}_\text{Cr}/\text{kg vss} \cdot \text{d}$ 时 $\text{COD}_\text{Cr}:\text{N}:\text{P}:\text{S} \approx 100:0.7:0.1:0.17$,采用直接投加尿素和磷肥来保证足够的营养成分。

在菌种不活跃的情况下,可每 3 d 按以下公式加入一定的微量元素。 COD_Cr 总量 $80\% \times 0.171$ (细胞合成系数) $\times$ 某元素之系数(见表 3) = 该元素所需质量(mg/L)。

表 3 各元素的系数
Table 3 Elemental coefficient

钾	钙	镁	铁	镍	钴	铜	锌	锰	钼
10	4	3	1.8	0.1	0.075	0.06	0.06	0.02	0.01

4.3 SBR 的启运

采用的是同步法培养,即培养和驯化同步进行。在 SBR 池内,投加了适量的其他污水处理厂的活性污泥,先控制进水浓度 COD_Cr 在 $200 \sim 300 \text{ mg/L}$,进水量为设计负荷的 20% ~ 30%,先进行连续曝气,经过 $1 \sim 2 \text{ d}$ 后,适当补充营养物质,观测污泥絮凝和沉淀性能,当 COD 去除达 60% ~ 70% 时,污泥中出现菌胶团和固着型纤毛虫时,证明活性污泥的培养良好,适当投加占存水 20% ~ 30% 的待处理废水,待获得较好的处理效果时,再继续增加废水的水量和浓度,直到满负荷运行(本工程设计的污泥有机负荷为 $0.12 \sim 0.24 \text{ kg COD}_\text{Cr}/\text{kg MLSS} \cdot \text{d}$) [3]。

4.4 SBR 的运行管理

(1)SBR 的运行控制,应保证良好的微生物生存环境,水体温度最好在 $10 \sim 35 \text{ }^{\circ}\text{C}$, Do 在 $0.5 \sim 3 \text{ mg/L}$, pH 在 $6.5 \sim 7.5$ 为宜,根据废水 COD_Cr 、N、P 的营养

(下转第 38 页)



(上接第 34 页)

结构平衡,按照 $\text{COD}_{\text{Cr}}:\text{N}:\text{P}\approx 100:5:1$ 的比例,采用直接投加尿素和磷肥来保证足够的营养成分。

(2)坚持进行镜检和 SV 检测,生物检测时,在污泥发生变化或污泥初期,可看见大量鞭毛虫、变形虫。在系统正常运行期间,可见固着型纤毛虫占优势。此外,还可看见葡萄型纤毛虫及轮虫类后剩动物。特别是轮虫的存在,证明系统运行正常,污泥活性、沉降性能良好。SV 检测值以 20% ~ 30% 为好,有时出现沉降性能不好,可能为污泥老化,可适当排泥,或适当投加 PAC 絮凝剂和 FeCl_3 ;SV 较低时可能为污泥负荷太低,可适当增加负荷。

(3)严格注意污泥膨胀和污泥上浮现象,SBR 的抗冲击负荷能力虽然很强,但如果控制不好,也容易发生污泥膨胀和污泥上浮现象。针对污泥膨胀,应分清原因,区别对待。主要是要控制好曝气量,调整 pH 值,控制好负荷率保持好营养和适当投加药剂,防止丝状菌膨胀和高黏性膨胀。

污泥上浮可能为污泥硝化或致毒性底物影响,除严格做好以上的控制处理条件外,还经常利用污泥浓缩池进行污泥回流。即使部分老化的污泥进入污泥浓缩池硝化,过一段时间,又回流到 SBR 内,这些硝化的污泥可以为 SBR 提供一些新的菌种源,供 SBR 筛选。同时,又为好氧污泥提供了营养源,有利污泥的活性保持和系统更新、稳定。

(4)聚酯废水有时含有油剂等活性物质。在曝气过程中,产生大量气泡和泡沫,它们在上升受压过程中,极易爆破,破坏菌胶团的凝聚性和生物活性。另外漂浮的泡沫还会被风刮走活性污泥,应严密防范,可在曝气时适当投加消泡剂。

(5)间隙曝气,经验表明,SBR 在 8 h 的曝气周期中,可根据进水负荷适当调整缩短曝气时间,另外在曝气过程中,适当地间断 0.5 ~ 2 h,可以获得更好的处理效果,使活性污泥在不同的状态下,获得最好的生物特性。随着水体的不断进行调整整个系统的新陈代谢,减少了污泥老化和膨胀。

注释:

① $\text{kg Tss}/\text{m}^3$ 每立方米容积内的总固体质量。

② $\text{kg COD}_{\text{Cr}}/\text{kg vss}\cdot\text{d}$ 1 kg 挥发性固体活性污泥在 1 d 时间内所承受的有机物质量。

③ $\text{kg COD}_{\text{Cr}}/\text{kg MLss}\cdot\text{d}$ 1 kg 混合液悬浮物活性污泥在 1 d 时间内所承受的有机物质量。

④ Do 溶解氧。

参考文献:

- [1] 崔志澄,何为庆. 工业废水处理[M]. 北京:冶金工业出版社,1999.
- [2] 上海市环境保护局. 废水生化处理[M]. 上海:同济大学出版社,1999.
- [3] 唐受印,汪大攀. 废水处理工程[M]. 北京:化学工业出版社,1998.

Polyester waste water biochemical treatment

YANG Zhi-ming

(Power Plant of Jindi Chemical Fiber Co. Ltd., Xiangtan 411101, China)

Abstract: UASB-SBR method is the technology that is often used in current organic waste water treatment. The technology conditions of treating the polyester waste water with this method were introduced. The corresponding running and management experiences were introduced. According to the characteristics of polyester waste water, combination with the performance of biochemical system, the technology steady and economic running, convenient and flexible operation management was realized.

Key words: PET; waste water; USAB-SBR treatment