

UASB反应器和厌氧填料处理淀粉废水

李天璟 朱锦福 高廷耀

(同济大学)

一、引言

上流式厌氧污泥床(UASB)反应器和厌氧填料反应器均能在较高的负荷下取得较好的处理效果。但采用固体块状填料的厌氧反应器,在运行中往往易出现填料堵塞的现象。目前,国内试验用软性纤维填料代替固体块状填料以解决这一问题⁽¹⁻²⁾。可是,由于并没有在相同条件下,对于采用或未用纤维填料的反应器作对比试验,因此,尚不能肯定软性纤维填料的效率。

笔者在进行厌氧处理高浓度淀粉废水的试验中,在基本相同的条件下,比较了UASB反应器和纤维填料反应器在处理效果运行的稳定性等方面的差异。

二、试验装置和条件

对比试验的流程见图1。两个反应器结构尺寸完全相同,总液相空罐体积为11.3升。其中填放纤维填料的,为Ⅱ号反应器,不放填料的,为Ⅰ号反应器。由于反应器容积较小,纤维填料是在反应区内分10层装填的,纤维束的总装填量为42克。两反应器均置于恒温25°C的箱内。用变速蠕动泵进水。出水经U型水封和压力控制三通排出。沼气由顶部集气区经表计量排出。

试验用淀粉生产的废水。其主要成份为淀粉、蛋白质、油脂、纤维和灰分等。玉米淀粉生产中的原料浸泡水,含亚硫酸,会影响厌氧处理

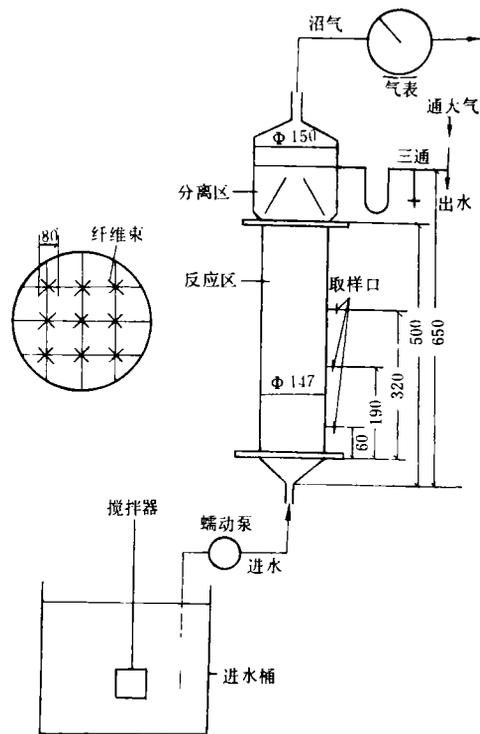


图1 试验流程和填料纤维束示意(单位:毫米)

效果。试验用废水的水质见表1。废水的COD:N值,均大于报道所需的氮源营养(COD:N=800:5),因此未投加氮源营养。废水的中和采用氢氧化钠溶液。

试验自1984年2月至10月。运行时间近8个月。控制消化温度不低于25°C,但自6月中旬至9月上旬,温度在25°C~30°C左右(即夏季自然温度)。运行期间,除出水带走少量污泥外,还不定期地从不同高度取样,分析消化液的悬浮固体(MLSS)和挥发性悬浮固体(MLVSS)

表 1 对比试验用废水水质

pH	COD _{Cr} (mg/l)	BOD ₅ (mg/l)	TOC (mg/l)	SS (mg/l)	COD:N
4.0~7.2	2700~1200	1232~4674	920~3000	120~4663	800:5.2~800:44

的浓度。每日实测进水量、产气量、进出水的 pH、COD_{Cr} (快速法)。在一定负荷下稳定运行后,至少测试两次沼气成份(气相色谱法)、进出水 BOD₅、NH₃-N (蒸馏法)、挥发性有机酸(磷酸酸化蒸馏法)、碱度和悬浮固体。

三、试验内容和结果

1. 污泥驯化(挂膜)阶段

取上海西郊动物园污水管理站剩余厌氧污泥作为接种,经筛滤后灌入两反应器内。按反应区容积计算的污泥浓度为 40 克 ss/l。用 NaOH 溶液调节进水 pH 在 6.7~7.2 之间。经过近两个半月的驯化,两反应器中 COD、BOD₅

去除率均近 90%。驯化期间,两反应器在处理效率、产气率等方面无明显差异。结束时,两反应器的容积负荷达 3.2 公斤 COD/m³·d。

2. 进水 pH 和负荷对处理效果的影响

在污泥驯化后,在近一天的水力停留时间和进水 COD 近 3000 mg/l 的条件下,开始降低进水 pH 的冲击性试验。主要运行变化见图 2。自 5 月 20 日开始,进水 pH 由 6.2 降至 4.2,持续了两天。结果 I、II 反应器出水碱度均有所降低。但 I 号反应器 COD 去除率仍在 90% 以上,产气率下降不十分明显。II 号反应器 COD 去除率、产气率下降幅度较大,且出水 pH 至 6.5。说明 I 号抗低的进水 pH 的冲击能力较

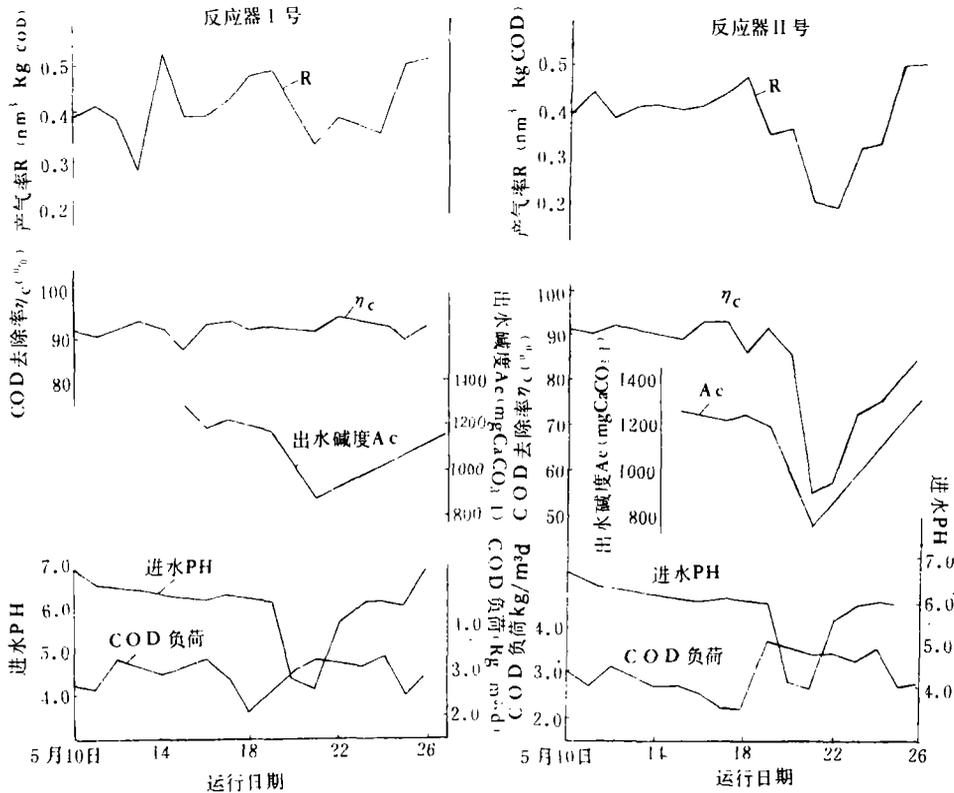


图 2 降低 pH 进水的冲击试验结果

II号强。此后,为避免II号的消化完全被破坏,重新将进水pH调至6左右。经一月的恢复,两反应器的COD去除率又均达90%以上。

为摸索淀粉废水厌氧处理的条件,接着开始逐步降低进水pH,同时提高负荷的试验。在6月初至7月下旬的一个多月里,负荷由约3公斤COD/m³·d提高到约6公斤COD/m³·d,pH由6.6降至5.3。两反应器的COD去除率、产气率和出水SS随负荷的变化情况见图3。在负荷逐渐加大时,II号的COD去除率、产气率均低于I号。负荷越高,进水pH越低,这种差异越大。

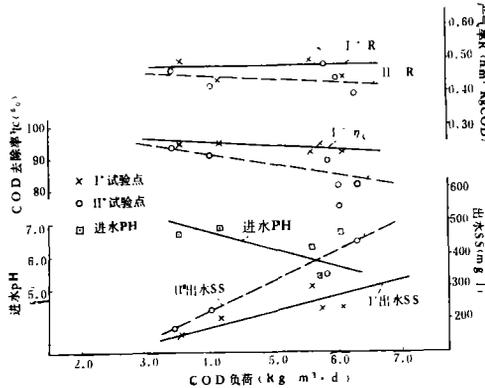


图3 缓慢降低进水pH,逐步增大负荷阶段I#、II#、试验结果比较

3. 亚硫酸对处理效果的影响和恢复

自7月23日起至8月11日改用亚硫酸浓度约0.1%的玉米浸泡水进行试验。进水以NaOH调pH至5.1~5.4。两反应器的主要运行参数的逐日变化情况见图4。在停留时间一天、COD负荷近6 kg/m³·d和进水亚硫酸的冲击情况下,两反应器的处理效率、出水pH均有不同程度的降低。II号的COD去除率降低到50%以下,但I号却仍在85~90%之间。以后采取降低负荷(减少进水量)的办法使消化恢复。经过十几天低负荷的运行,I号COD去除率90%,但II号只有50~60%。直至两个月左右不含亚硫酸进水的运行,II号COD去除率才恢复至80%。

4. 高负荷下的运行结果

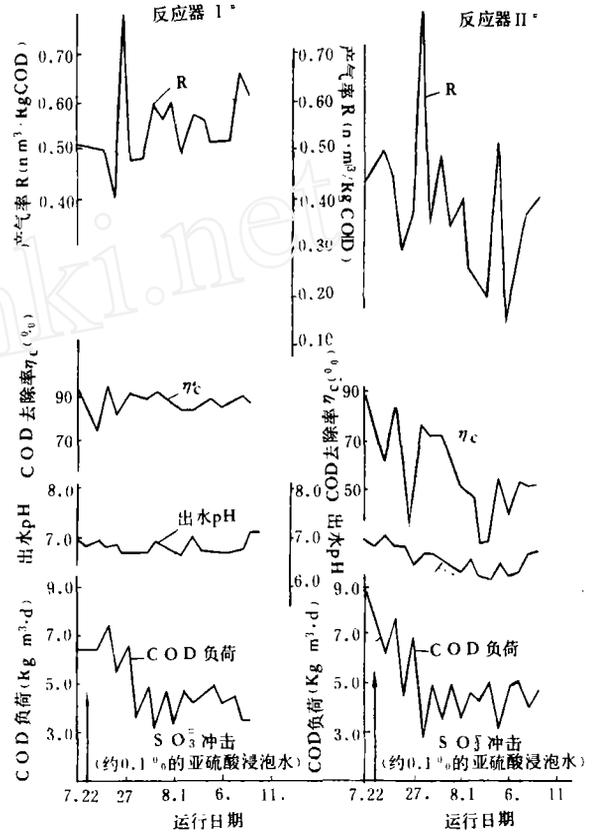


图4 进水亚硫酸冲击对消化过程的影响

在初步确定了淀粉废水厌氧处理的条件后,固定进水pH在5.5左右,提高负荷作对比试验。I号自8月下旬至10月中旬平均COD负荷分别为5.09、6.25、7.73和10.67 kg/m³·d,运行了近50天。II号自9月下旬至10月中旬在与I号相同的进水条件下平均COD负荷为6.78和9.67 kg/m³·d。该阶段的试验结果见表2。II号最终达到的负荷(9.67 kg/m³·d)较I号(10.67 kg/m³·d)低,但II号的COD去除率(82.0%)和产气率(0.394 nm³/kgCOD)也低于I号(COD去除率93.8%,产气率0.423 nm³/kgCOD)。

四、试验结果分析

1. 软性纤维填料的特性

软性纤维填料在水中呈成束收缩状,只有在一定的水力紊动条件(如在好氧接触氧化中

表2 较高负荷I、II试验结果对比(平均值)

反应器	起始运行日期	进水 pH	出水 pH	出水碱度 (mgCaCO ₃ /L)	COD负荷 (kg/m ² ·d)	水力停留时间 (d)	出水COD (mg/l)	COD去除率 (%)	产气率 (nm ³ /kgCOD)	甲烷含量 (%)	出水SS (mg/l)	BOD ₅ 去除率 (%)	出水挥发性有机酸 (mgCH ₃ COOH/L)
I	8.26~9.8	5.43	7.18	/	5.09	1.24	463	92.6	0.483	76.0	—	—	—
	9.9~9.28	5.52	7.10	/	6.25	1.05	981	84.6	0.422	—	27	—	115
	9.29~10.8	5.58	7.19	2195	7.73	1.02	560	92.6	0.456	60.3	420	91.1	564
	10.10~10.18	5.42	7.05	2226	10.67	1.02	678	93.8	0.423	66.1	316	94.9	742
II	9.25~10.8	5.55	7.06	2118	6.78	1.14	1308	82.2	0.419	59.6	400	89.8	756
	10.10~10.18	5.42	7.01	2259	9.67	1.18	1948	82.0	0.394	62.0	593	63.2	559

可由鼓风曝气创造此条件)下,才能使纤维丝展开,为微生物的附着生长提供较大的表面积和较好的传质条件。纤维丝粘着污泥的能力很强,因此极易挂膜^[3]。但当纤维束挂膜后,附着的污泥使纤维束加重,需要较大的水力紊动才能使其展开。否则,纤维束就会在重力作用下收缩成团块状。在通常的厌氧系统中,由沼气和水流造成的紊动比好氧中的鼓风曝气来说是很小的,不能使长满厌氧生物膜的纤维束展开,因此不能发挥它的较大表面积的作用。相反,纤维束的成团收缩,基质与固着生长的微生物之间的传质条件变差,且占据了池体的部分有效容积,并可能形成一定程度的短流和旁流,从而影响了反应器的处理效率。此外软性纤维束成团收缩后也没有截留污泥的作用,这可由II号出水悬浮固体(SS)浓度不低于I号得到证实。

在此试验结束后,取出纤维填料,发现上面粘着了大量污泥,形成团块状,这与上面的分析是相符的。

2. 悬浮生长与固着生长的厌氧微生物

在试验期间,曾多次测试了反应区污泥的悬浮固体浓度(MLSS)和挥发性悬浮固体浓度(MLVSS),并在结束时打开两反应器,测试了污泥总量和II号中粘附在纤维束上的污泥量。结果表明,在开始运行不久,纤维填料尚未挂膜,由于接种了污泥因而II号中存在着与I号相同的悬浮污泥床,因此两反应器处理效果基本相同。但随着纤维填料的逐步挂膜,II号内悬浮生长的污泥逐渐被纤维丝粘附,造成纤维束逐步成团块收缩。因此,II号中悬浮污泥的浓度远低于I号。只是在II号反应区底部有时还存在一个悬浮污泥床,但其浓度也较I号底部污泥浓度低。这是由于存在着生物膜脱落的现象。挂膜与脱落达到平衡的结果,使得试验结束时II号反应器污泥总量略低于I号,但II号中悬浮生长的污泥量尚不足I号的一半。并且II号中悬浮污泥量的MLVSS/MLSS的值与I号相同,但II号中固着在纤维束上生长的污

