

(5)

废水处理、苧麻、脱胶、厌氧处理

第16卷 第3期
1994年9月重庆建筑工程学院学报
J. Chongqing Inst. of Archit & Engin.Vol. 16 No. 3
Sept. 1994

31-38

厌氧-好氧处理苧麻脱胶废水试验研究

龙腾锐 郭劲松 涂敏 郝以琼

(城市建设学院)

X791.03

摘 要 试验研究了在常温下采用厌氧-好氧处理苧麻脱胶废水的可行性。结果表明：厌氧消化能改善该种废水的可生化性；当 N_r 为 $3.33 \text{ kgCOD/m}^3 \cdot \text{d}$ ，进水 COD 为 10000 mg/L ，HRT 为 72 h 时，厌氧流化床常温下 COD 去除率为 50% 左右，其出水再与苧麻厂其它废水混合后，在 $0.34 \text{ kgCOD/kgVSS} \cdot \text{d}$ 负荷下，经 $6 \sim 8 \text{ h}$ 好氧处理即可达到国家排放标准。

关键词 厌氧-好氧工艺，苧麻脱胶废水

中图法分类号 X791

苧麻加工业是纺织工业的重要组成部分。由原麻加工成可供纺织的精干麻，必须经过脱胶工艺。目前，国内普遍采用碱法脱胶去除原麻中不具备可纺性的木质素、半纤维素、果胶等高分子有机物质^[1]。在这个过程中产生大量的苧麻脱胶废水，其中煮练废水色度深（色度大于 4000 倍）、碱性强（pH 值高达 13）、有机污染物浓度高（COD $15000 \sim 20000 \text{ mg/L}$ ），且成份复杂。国内苧麻脱胶废水处理工作开展较晚，通常经稀释后，采用好氧-浊凝沉淀方法进行处理^[2]。由于消耗大量的稀释水和混凝剂而投资大，运行成本高，且处理水水质仍难以达到国家排放标准。本试验主要在于研究厌氧流化床常温处理脱胶废水的可行性及其运行条件，同时，试验其处理出水再进行好氧处理后达到排放标准的可行性，从而为苧麻脱胶废水提供厌氧-好氧生物处理新工艺。

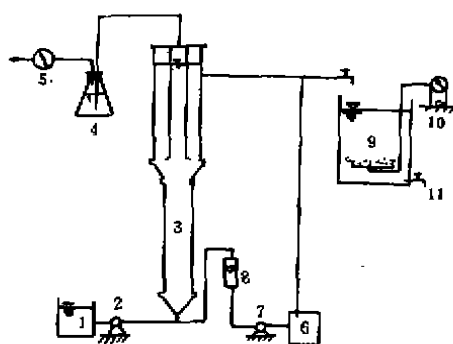
1 厌氧试验装置及试验条件

1.1 试验装置

整个试验采用 pH 值调节、厌氧处理、好氧处理的工艺流程，如图 1 所示。厌氧反应器为上向流厌氧流化床（Upflow Anaerobic Fluidized Bed, UAFB），由有机玻璃制成，总有效容积为 41 L ，反应区容积为 15.4 L 。内装 6 L 粒径为 $0.5 \sim 1.0 \text{ mm}$ 的陶粒作为微生物附着生长的载体。进水箱约 200 L ，同时作水质调节水箱用。进水泵为 12 FT 型柱塞式计量泵，回流泵为 $W-250$ 型自吸清水泵，回流贮水罐有效容积为 6.1 L 。回流量用 LZB 型转子流量计计量。产气量用湿式气体流量计计量。

* 收稿日期：1994-03-15。

龙腾锐，男，1939 年生，教授，重庆建筑大学城市建设学院（630045）。



1 进水箱 2 进水计量泵 3 厌氧流化床 4 水封瓶 5 气体流量计
6 回流水箱 7 回流泵 8 转子流量计 9 好氧池 10 充氧器 11 出水管

图 1 试验装置流程图

好氧试验在 6 个容积为 1000 mL 的玻璃杯中按批序法方式进行。好氧试验主要是探讨厌氧处理对废水可生化性的改变及好氧生物降解的可行性。

1.2 试验条件

试验水样取自重庆苧麻纺织印染总厂脱胶车间排出的煮炼黑液。该厂采用碱法脱胶,其水质分析结果见表 1。由于煮炼废水和洗麻废水混合后的 COD 浓度约为 7000 mg/L 左右,为了切合工程实际,本试验进入反应器的废水最大 COD 浓度为 10000 mg/L。反应器进水根据负荷条件,均由煮液加自来水稀释至所需的浓度。以投加尿素和 NaH_2PO_4 使废水 COD : N : P 大致维持在 500~700 : 10 : 1,满足厌氧微生物正常代谢的要求。废水 pH 值很高,用酸调节进水 pH 值至 7.0~7.5 之间。投加营养物及调节 pH 值都在进水箱中进行。试验在常温下进行,气温变化范围为 9℃~36℃,水温变化范围为 11℃~37℃。

表 1 重庆苧麻纺织印染总厂脱胶车间部分废水水质分析结果

废 水	pH	COD (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)	硫化物 (mg/L)	NH ₃ -N (mg/L)	PO ₄ ³⁻ (mg/L)	色度 (倍)	木质素 (mg/L)
煮炼废水	13~14	17000 ~19700	6200 ~8400	6.8 ~10.5	18.7 ~21.3	9.6 ~12.7	4800	9500 ~13500
一煮洗麻废水	11~12	2400	—	—	8.1	6.2	—	—
二煮洗麻废水	10~11	1100	—	—	—	—	—	—
拷麻废水	7.5~8.0	280	—	—	—	—	—	—
浸酸废水	3~3.5	1300	—	—	—	—	—	—

1.3 试验过程

本试验所用厌氧流化床反应器,是在处理城市污水试验停动了四个月 after 重新启动的,因此,试验按驯化启动及负荷运行两个步骤进行。

1.3.1 驯化启动期

启运停运四个月后的 UAFB 是在低温下进行的,启动过程依据进水水质分为 4 个不同

阶段,每个阶段间歇运行 40 日,第一阶段进水全部为粪便污水,第四阶段进水全部为脱胶废水。每一个阶段脱胶废水的增加比例为 1/3。到第四阶段结束,反应器运行稳定,COD 去除率为 26%~33%,碱度 9000 mg/L,挥发酸 65 mg/L 以下,pH 值 7.2~7.6,每日有一定产气量。因此可以认为反应器驯化启动过程已完成。

1.3.2 负荷运行期

负荷运行期的目的在于探求 UAFB 在常温下处理苎麻脱胶废水的运行条件,以及水力停留时间(HRT),有机容积负荷(N_v)等运行参数对反应器性能的影响规律。

负荷运行经历了以下三个阶段:第一阶段保持进水 COD 浓度为 3000 mg/L 左右不变,逐渐增大 HRT,依次经过 24 h,32 h,48 h,56 h,64 h,72 h,84 h,96 h,8 个负荷点,考察 COD 去除率的变化,并确定最佳 HRT。第二阶段保持反应器 HRT 不变(HRT=72 h),逐渐增大进水 COD 浓度,分 7 个负荷点从 4000 mg/L 增至 10000 mg/L。第三阶段则是保持进水 COD 在 10000 mg/L 左右,HRT 从 72 h 依次经过 64 h,56 h,48 h,40 h,32 h 和 24 h 6 个负荷段,考察 HRT 对 COD 去除率的影响。每个负荷均稳定运行 7 d~10 d,整个试验历时近一年。

2 试验结果与分析

2.1 试验结果

各种不同条件下的运行参数及稳定试验结果汇总于表 2 中。表中容积负荷 N_v 和产气率为平均值。COD 进水、出水、去除率以及产气量与 N_v 的逐日变化情况如图 2、图 3 所示。

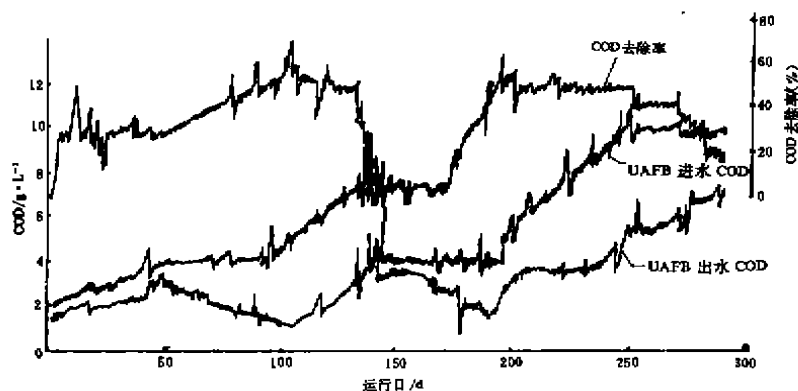


图2 进、出水 COD 及 COD 去除率逐日变化图

2.2 试验结果分析

2.2.1 水力停留时间(HRT)和有机容积负荷(N_v)

图 4 表示水力停留时间(HRT)与 COD 去除率的关系。图 5 表示有机容积负荷 N_v 与 COD 去除率的关系。由图中可以看出,HRT 的缩短与 N_v 的增大对处理效果的影响是一致的,但 N_v 没有 HRT 的影响明显,这可能是因为 UAFB 并没有达到可以承受的最大进水容积负荷所致。由图 4 可知,COD 去除率随 HRT 的增加而上升,但前段上升速度较大,后段上升速度较小,即曲线逐渐平缓。当进水 COD 为 10000 mg/L 左右,HRT 由 24 h 增加到 48 h 和 72 h 时,对应的 COD 去除率由 22.6%分别增加到 37.7%和 49.8%,增加幅度分别由 15.1%降为 12.1%;当进水 COD 为 4000 mg/L,HRT 由 24 h 增加到 48 h,72 h 和 96 h 时,对

应的 COD 去除率由 24.9% 分别增加到 42.7%、56.9% 和 63.7%，增加幅度分别由 17.8% 降为 6.8%。由此可以得出，当 HRT 达 72 h 后，继续延长 HRT 对提高 UAFB 的处理效率意义不大。而维持 50% 以上 COD 去除率，水力停留时间至少应在 56 h 以上。

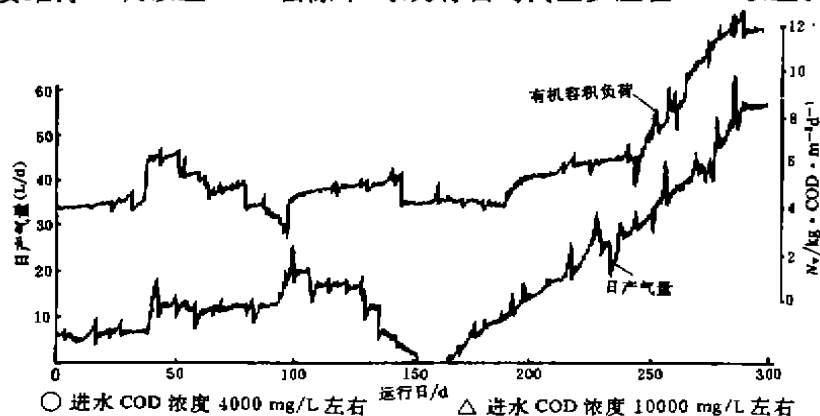


图3 日产气量逐日变化图

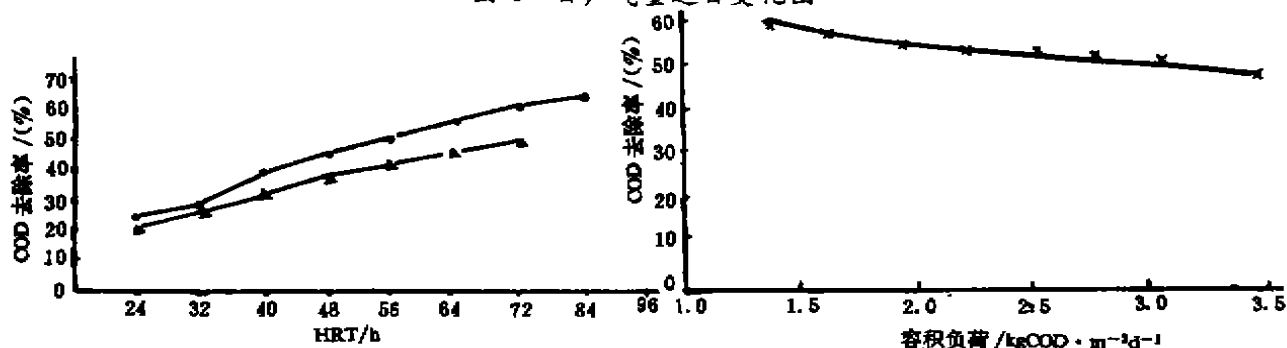


图4 水力停留时间(HRT)
与 COD 去除率关系图

图5 进水容积负荷 N_v
与 COD 去除率关系图

图5为将HRT控制在72h时，在用改变进水COD浓度以增加UAFB有机负荷的条件下，负荷对去除率的影响曲线。由该图可知，维持50%左右的COD去除率，UAFB可承受的有机容积负荷为3.0~3.5 kgCOD/m³·d。根据表2， $N_v=3.0$ kgCOD/m³·d，COD=4042 mg/L，HRT=32h的去除率(28.3%)大大低于COD=9162 mg/L，HRT=72h的去除率(51.3%)。这说明HRT是UAFB处理苧麻脱胶废水的主要控制因素。

综上所述，当进水浓度为4000 mg/L~10000 mg/L时，维持50%左右COD去除率的水力停留时间至少应大于56h，而UAFB可承受的有机容积负荷为3.0~3.5 kgCOD/m³·d。需要说明的是，上述负荷为计及反应区和澄清区容积的系统负荷，如只以反应区(填料区)容积计，则实际负荷为7.98~9.32 kgCOD/m³·d。

2.2.2 温度

温度是影响厌氧反应最主要的环境因素之一。它主要是影响生化反应速率。从本试验来看，其对UAFB运行性能的影响是明显的，由表2可知，在容积负荷为2.0 kgCOD/m³·d条件下，环境温度为9~15℃之间时，反应器去除率只有30%。当环境温度为28~35℃时，COD去除率达到54%左右。同时当温度在25~36℃范围内，尽管 N_v 增加，而COD去除率仍维持在较高(45%~57%)的范围。因此在中温段的处理效果较好且运行稳定。

2.2.3 挥发酸、碱度、pH 值

挥发酸与碱度的相对数量是反应器运行是否正常的重要参数。有资料认为,挥发酸浓度与碱度的比例小于 0.4,反应器将具有良好的缓冲能力,当两者之比大于 0.8 时,表明反应器已产生了酸化现象^[3]。本试验过程中,挥发酸浓度在 100 mg/L 左右,碱度通常在 1500 mg/L 左右,两者之比值远小于 0.4,试验过程中没出现酸化现象,系统缓冲能力较强。

尽管厌氧反应器可以通过其内部挥发酸与碱度之间的物料平衡来缓冲降解过程中反应带来的 pH 值波动,但进水 pH 值仍十分重要。众所周知,产甲烷菌仅能在 6.8~7.2 间的极小 pH 范围内最适宜。有学者认为,从厌氧发酵的稳定和破坏后恢复来看,稍偏碱性更适宜^[4]。本试验因原水 pH 很高,故用酸将 pH 值调至 7.1~7.5 之间进入 UAFB,出水 pH 值一般在 7.2~7.6 之间,效果较好。

2.2.4 产气

从产气量逐日变化图(图 3)可以看出,本试验沼气产量随 N_r 的增大而增加,标准状况下的平均产气率为 0.44 m³/去除 kgCOD。气相色谱法分析得沼气成分的平均含量 CH₄ 70.3%,CO₂ 21.5%,H₂S 6.2%。因此 UAFB 处理苧麻脱胶废水时,沼气具有回收利用意义。

2.2.5 难分解化合物

苧麻脱胶废水中含有大量木质素、果胶、半纤维素和丹宁等。在本试验过程中曾多次对进、出水中的木质素进行定量分析,证明 UAFB 对废水中的木质素几乎没有去除效果,这是导致 COD 去除率不高的一个主要原因。但是木质素对厌氧消化不产生抑制作用。有学者认为,木质素的羟基化和甲氧基化的苯丙烷单元由碳—碳键(-C-C-)和醚键(-C-O-C-)相连接组成的聚芳基体是细菌分解代谢的主要障碍^[5]。因此,在用厌氧法处理含木质素废水时,采用必要的物理化学方法作前处理去除木质素,以减少厌氧反应器进水 COD 浓度是有实际意义的。

3 厌氧出水好氧处理试验

脱胶废水经 UAFB 进行厌氧处理后,COD 去除率可达 50%~55%。但出水 COD 浓度仍高达 3000 mg/L 左右,虽然可考虑与洗麻、拷麻等中、低浓度的废水混合稀释,混合后的 COD 按水量比计算仍有 1000 mg/L 左右。因此,出水必须进一步处理方可达到排放要求(国家标准为 300 mg/L)。本试验按批序式活性污泥法进行,考察厌氧出水的好氧生物降解的可行性。

3.1 试验方法

将稳定运行条件下的 UAFB 出水和苧麻脱胶废水原水均用自来水稀释至 COD 浓度为 1000 mg/L 左右,然后在相同的污泥负荷和环境条件下同时进行活性污泥法平行试验。

试验在 6 个容量为 1000 mL 的圆形烧杯内进行。首先在每个烧杯内加入 100 mL 培养成熟的活性污泥,MLVSS 为 3.0 g/L 左右,400 mL COD 浓度相等的同一种废水(经稀释后的 UAFB 出水或原苧麻脱胶废水),然后用空气量相等的微型充氧泵向杯内曝气,6 个烧杯的曝气时间分别为 2 h,4 h,6 h,8 h,12 h,16 h,静沉 1.0 h 后取上清液测定 COD,试验环境温度 27±1℃。

3.2 试验结果与分析

试验共进行了八次,两种水样各重复进行四次,在运行稳定后开始测定数据。试验结果如表3所示。表中数据均为四次测定的平均值。根据试验数据得图6。

表3 UAFB出水(稀释)和苎麻脱胶废水(稀释)活性污泥法处理试验数据

序号	UAFB出水(稀释约3倍)					脱胶废水原水(稀释约8倍)				
	HRT (h)	MLVSS (mg/L)	COD _进 (mg/L)	COD _出 (mg/L)	COD去除 (%)	HRT (h)	MLVSS (mg/L)	COD _进 (mg/L)	COD _出 (mg/L)	COD去除 (%)
1	2	3.03	1041.5	545.8	47.6	2	2.94	1017.6	624.8	38.6
2	4	3.03	1041.5	458.3	56.0	4	2.94	1017.6	507.8	50.1
3	6	3.03	1041.5	269.7	74.1	6	2.94	1017.6	355.1	65.1
4	8	3.03	1041.5	215.6	79.3	8	2.94	1017.6	316.5	68.9
5	12	3.03	1041.5	188.5	81.9	12	2.94	1017.6	287.6	73.7
6	16	3.03	1041.5	175.0	83.2	16	2.94	1017.6	254.4	75.0

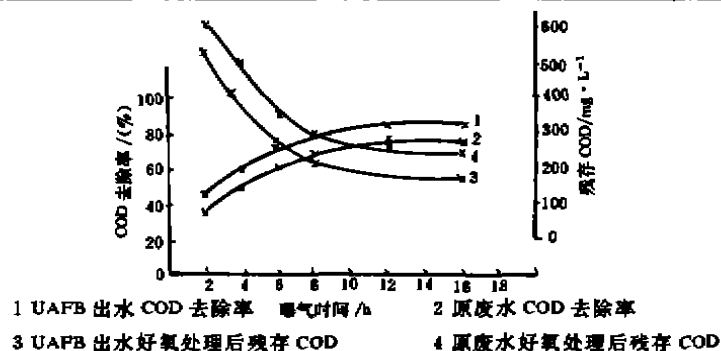


图6 好氧处理COD去除率曲线

由表3和图6可以看出:(1)在相同负荷和环境条件下,好氧处理UAFB出水的平均COD去除率高于好氧处理苎麻脱胶废水(未经厌氧消化)的COD去除率,说明苎麻脱胶废水经厌氧处理后,能明显地提高后续好氧处理的效率;(2)在相同的COD去除率条件下,厌氧出水所需的曝气时间只有未经厌氧处理的原水所需曝气时间的一半。达到国家排放标准COD300 mg/L,厌氧出水的好氧曝气时间6~8 h即可。

4 结 论

1) UAFB常温下处理苎麻脱胶废水,在HRT为72 h,进水COD为10000 mg/L左右,进水容积负荷为3.33 kgCOD/m³·d的条件下,其COD去除率可达50%左右。

2) 苎麻脱胶废水经UAFB厌氧处理后,能提高其好氧生物降解性能。试验表明:厌氧消化后出水与苎麻加工厂其它废水混合后(COD约1000 mg/L),负荷0.34 kgCOD/kgVSS·d时,将厌氧消化后的脱胶废水处理到国家排放标准,其曝气时间需6~8 h,比将原废水处理

到国家排放标准所需曝气时间节约一半。

3) 木质素是造成 UAFB 处理脱胶废水时 COD 去除率不高的主要原因。因此,在厌氧消化之前采用物理化学方法去除废水中所含木质素是必要的。

参 考 文 献

- 1 刘松余. 苧麻纺织厂设计. 北京:纺织工业出版社,1987
- 2 李光霞. 苧麻脱胶废水处理现状及发展趋势. 工业水处理,1991,11(2)
- 3 李献文等译. 废水生物处理理论与应用. 北京:中国建筑工业出版社,1989
- 4 Attal, A. et al. pH Inhibition Mechanisms of Acetogenic, Aceto-clastic and Hydrogenophilic Populations, Proc. 5th Int. Symp. on Anaerobic Digestion, Bologna, Italy, 1988
- 5 Zehnder, A. J. B. Biology of Anaerobic Microorganisms, Wiley and Sons, New York, 1988

(编辑:刘家凯)

EXPERIMENTAL STUDY OF THE RAMIE-REFINING WASTER WATER TREATMENT WITH ANAEROBIC-AEROBIC PROCESS

Long Tengrui Guo Jingsong Tu Min Hao Yiqiong

(Faculty of Architecture and Urban Planning)

ABSTRACT The anaerobic digestion improves the biodegradability of the wastewater. Under the conditions that $N_v = 3.33 \text{ kgCOD/m}^3 \cdot \text{d}$, $\text{COD} = 10000 \text{ mg/L}$ and $\text{HRT} = 72 \text{ h}$, a COD removal rate of about 50% can be achieved in the anaerobic fluidized bed at ambient temperature. The effluent from anaerobic unit is mixed with other wastewater from ramie textilemill and at a loading rate of $0.34 \text{ kgCOD/kgVss} \cdot \text{d}$, and it can meet National Standard of Sewage Discharge after aerobic treating of 6 to 8 h.

KEY WORDS anaerobic-aerobic process, ramie-refining wastewater