

厌氧间歇回流法评价城市污水可生化性

王凯军

(北京市环境保护研究所)

1 概述

评价废水可生化性的指标和实验方法大部分是好氧实验方法,如 BOD 试验、瓦勃式呼吸仪技术、好氧间歇试验等^[1]。废水厌氧可生物降解性的实验方法很少见,原因在于厌氧反应所需的反应时间长,反应控制条件严格^[2]。本研究介绍一种快速评价废水厌氧可生物降解性的实验方法^[3],并采用此方法对 UASB 处理城市污水的最大可能去除潜力,进行了实验研究。

2 设备

间歇回流实验装置采用图 1 所示的厌氧消化反应系统,实验装置包括 1.2L 的反应柱和 1.0L 或 6.0L 的密封容器。反应柱 $\phi 5.3\text{cm}$ 、高 54cm,工作容积为 1L;密封容器根据回流实验时间不同,采用不同容积。所有实验在 20℃ 条件下进行。1L 反应柱按上流式污泥床反应器运行,柱内装有取自实际的 UASB 反应器。在每次实验完成后,将柱内污泥装回实际的 UASB 反应器。

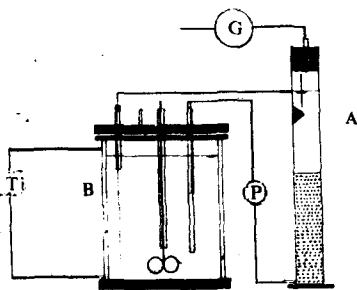


图 1 间歇回流实验装置

a——1LUASB 或 EGSB 反应器 B——5L 或 1L 容器
P——回流泵 T——温度控制器 G——气量计

实验开始后启动循环泵,将容器中的原污水连续地以一定上升流速泵入反应柱,出水回流进入容器内。根据不同的实验目的,可定时取样,监测污水中不同有机物组分的变化和产气

量,从而获得不同组分有机物的降解速率和最大可能的去除潜力。

由于采用这种回流实验,比传统的搅拌间歇消化实验有以下优点:

- 对污泥的搅动小,没有颗粒污泥的破损;
- 可以直接分析反应液中有有机污染物的变化规律;
- 可以模拟实际生产状态上流式污泥床反应器的运行状态;
- 废水与污泥的接触良好。

3 分析方法

挥发性有机酸(VFA)采用 P. B-417 型色谱仪;甲烷测定采用排水集气法,并以 1% 的氢氧化钠吸收气体中的二氧化碳。不同组分 COD 定义:溶解性 COD_d 为通过 0.45 μm 滤膜过滤液 COD 值;胶体性 COD_c 为滤纸过滤 COD_d (孔径为 4.4 μm) 与 COD_d 之差;悬浮性 COD_s 为原污水 COD_t 与 COD_c 测定值之差。COD 测定采用标准法。

在回流实验中定义废水与污泥接触时间(CT)如下:

$$CT = \frac{\text{消化柱的反应体积}}{\text{废水的总体积}} \times \text{回流实验时间} \quad (1)$$

4 实验结果与分析

4.1 上升流速的影响

实验采用荷兰 Bennekom 村生活污水经厌氧水解预处理,在上流式污泥床反应柱内(1L)装有 25gVSS/L 颗粒污泥。实验选定两种不同的运行状态,即 UASB 反应器($V=1.0\text{m/h}$)和 EGSB 反应器($V=6.0\text{m/h}$),回流反应时间为 6d(144h),密封容器为 5L。不同上升流速下的实

验结果如图 2, COD_t 和 COD_d 的最终结果没有显著性的差别, 但是 EGSB 对于溶解性 COD_d 去除率(61%)稍高于 UASB 系统(57%), 与此相反 UASB 系统具有较高的悬浮性 COD_t 和胶体性 COD_d 的去除率(见表 1)。低的 COD_t 和 COD_d 的去除率, 很可能是由于较高的上升流速所造成。在回流实验持久 6d 后, 溶液中 COD_t 仍保持在 1.30mg/L, 表明在厌氧状态下无法去除的, 这同时给出了应用 UASB 反应器处理城市污水最大的去除潜力。

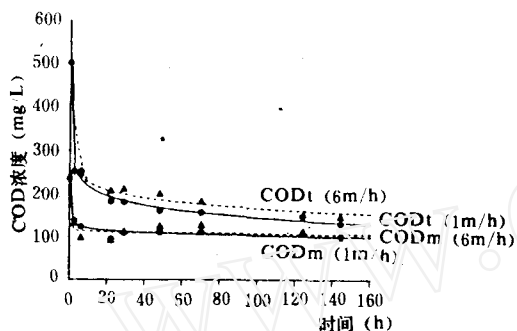


图 2 不同系统下(UASB 和 EGSB) COD_t 和 COD_d 降解规律

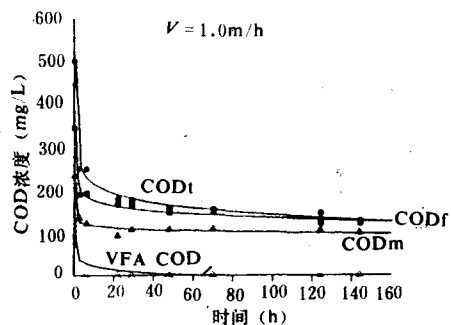


图 3 UASB 状态下不同组分 COD 降解曲线

从表 2 看出, 污水在最初的几小时降解非常迅速。不同成分 COD 降解曲线见图 3, 除胶体性 COD_d , 其它组分 COD 在前几小时内的降解均十分迅速。例如, 总 COD_t 和溶解性 COD_d 在 2.5h 内的去除率分别为 50% 和 44%, 超过总去除率(144h)的 70% 以上, 说明经过厌氧水解预处理的城市污水易于生物降解, 也表明回流实验的反应时间可大大缩短。

4.2 短期回流实验

采用 6d 的间歇回流实验, 时间仍然偏长,

缩短反应时间事实上是可能的。从接触时间 CT 定义可知, 缩短回流实验时间 $1d$, 接触时间(CT)从 29h 缩短为 4h, 如采用 1L 反应液代替 5L 反应液, 则接触时间为 24h, 变化不大。

图 4 为 24h 回流实验不同上升流速(图 a)和不同组分 COD(图 b)的去除率变化曲线。图中可知:

a. 与长时间的回流实验不同(6d), 在 1.0m/h 的上升流速下, UASB 去除效率显著高于 EGSB 系统($V=6.0m/h$), 其停留时间分别为 30min 和 5min, 表明在颗粒污泥床反应器中, 有机物的去除不仅需要有良好的泥水接触, 同时还必须保持充分的接触时间。

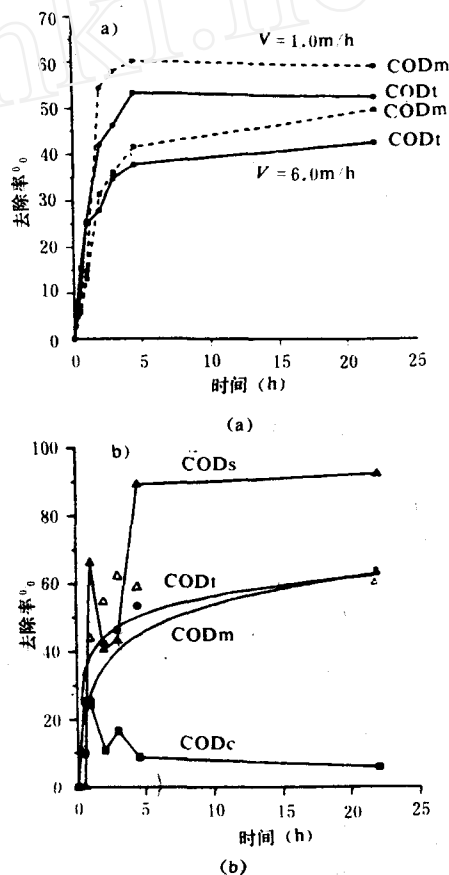


图 4 短期回流实验(24h)

b. 采用 1d 时间的回流实验, 最初的 2~3h COD_t 和 COD_d 的去除率, 分别占整个实验总去除率的 52~62% 和 60~100%, 为 6d 实验的 60~70% 和 80~100%, 表明采用短期回流实

验是可行的。

c. 从短期回流实验中发现,胶体 COD_c 在 24h 内,没有去除。胶体物只有经过水解菌和产酸菌作用后的产物——有机酸才能被甲烷菌所利用。颗粒污泥主要由甲烷菌组成,缺乏水解和产酸菌,因此,对颗粒性 COD 及胶体性 COD 的降解很差,这也可能是上流式颗粒污泥床反应器或 EGSB 反应器的一个缺点。

4.3 实验对比

表 1 中数据可知,24h 回流实验的去除率显著低于 6d 实验的去除率,但与实际 UASB 或 EGSB 反应器的效率相近。表明作为回流实验如采用不同的反应时间,可以达到不同的目的,如 24h 的回流实验适宜评价实际生产性装置的处理效果,而 6d 的回流实验则可以用来评价污水厌氧可降解能力实验。

表 1 回流实验与实际 UASB 或 EGSB 结果对比 ($T=20^\circ\text{C}$)

上升 流速 (m/h)	COD_t ($t=0$) (mg/L)	E_t (%)	E_c (%)	E_s (%)	E_m (%)	备注
1.0	502	74.1	80.2	96.1	56.8	a
1.0	450	53.0	5.9	91.9	59.2	b
2.0	415	49.2	19.8	57.1	59.7	120L UASB ^①
6.0	502	71.1	63.1	92.3	61.0	a
6.0	450	42.7	5.8	83.8	49.6	b
6.0	402	45.1	4.7	59.4	50.2	120L EGSB ^①

① HRT=2.0h

5 参考文献

- 1 郑元景 沈光范 郭扬善(1983) 生物膜法处理污水,中国建筑工程出版社
- 2 郑元景(1985)有机废水厌氧发酵,北京能源学会
- 3 Sayed, S., Zanden, J. Van der, Wijfels, R. and G. Jettinga (1988) Anaerobic degradation of the various fractions of slaughter house wastewater, Biological Wastes, Vol. 23(2)PP. 117-142.

书 讯

● 由“水中心”组织华北、东北、中南、西南、西北五院协作,编辑出版《给水排水工程概预算手册》,预计 1993 年底可出版发行。该“手册”是为从事给水排水设计、施工、科研人员以及建设管理人员,进行拟建工程方案、经济分析、编制设计概算。内容包括给水排水工程常用的项目如沟槽土方及基础垫层、砖石工程、混凝土及钢筋混凝土,门窗、屋面、金属结构,凿井、沉井、管道铺设,设备安装等分项的综合定额。本手册按 1992 年北京价格作补充调整,并提出国内常用及国际通用评价方法。是一部实用性的技术经济工具书。(齐)

● 《现代废水处理新技术》即将出版

本书由钱易教授等任主编,清华大学、天津大学、北京建筑工程学院和一些科研设计单位

等参加编撰,它是在总结和研究国内外近年来采用的各种最新废水处理技术的基础上,结合我国目前的现状和实用要求编写的。全书共 16 章,40 余万字,主要内容有:国内外城市废水处理技术的发展动向;革新的活性污泥法流程;厌氧生物处理新工艺;城市废水的天然净化系统;与城市废水回用相应的处理工艺;污泥的处理处置与利用;废水处理厂的设计与运行;废水处理厂的节能措施;工业废水与城市废水的合并处理问题等等。全面系统地介绍了国内外近年来研究开发的各项废水处理新技术。

本书为大 32 开压膜,年底前出版,有关购书事宜可与北京百万庄(100835)中国土木工程学会米祥友同志联系。(电话:8311313 8393166)