

4. 一次性投资和操作费用均优于生化法, 特别适合北方地区。

5. 本法产生一定量的污泥, 其热值为 1600—2500 kcal/kg, 干基蛋白含量 0.8—1%, 可以作为能源(如沼气原料)和饲料, 目前正在研究中。

参 考 文 献

- [1] [日]三上八州家, 猪狩倭将, 产业虫害, 16(5), 47—54(1980).
- [2] [美] M. T. 凯纳兹著, 李维音译, 水的物理化学处理, 清华大学出版社, 1982 年.
- [3] R. S. 拉马尔奥著, 严忠琪等译, 废水处理概论, 中国建筑工业出版社 1981 年.

活性污泥处理含吡啶等废水的实验研究

郑 淑 棣

(化学工业部第三设计院)

活性污泥法广泛应用于化工厂废水处理, 其基本原理是生物通过降解有机物质而不断生长繁殖, 把有害物质变成 CO_2 或降解为无害的或毒性较低的物质。其过程可用下式表示:

有机物质 + $\text{O}_2 \xrightarrow{\text{生物}} \text{CO}_2 + \text{生物体} + \text{残余有机物}$

在厌氧条件下, 则是:

有机物质 $\xrightarrow{\text{生物}} \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{生物体} + \text{残余有机物}$

在生物生长过程中需要足够的碳、能量、氮及矿物质(如磷、镁、钾、硫、钠), 以及微量元素如钴、铜、锌、铁等。其中磷和镁特别重要, 因通过生物酶的作用, 参与了所有能量转移过程。

本文通过实验室试验, 确定生化处理的参数、条件, 介绍有关的分析方法。

材 料 和 方 法

1. 试验模式

试验在瑞士供水、排水、水污染控制研究所生化室进行。试验分两个阶段, 即间歇试验和连续试验。间歇试验是用三角烧杯先配好试剂, 然后加入活性污泥和要处理的有害

物质, 再放在一定温度的摇床上振动。这一阶段主要是确定有害物质的可生化性及确定试验条件。生物在一定条件下才能生长繁殖, 温度、pH 值、浓度都是主要的决定因素。大部分细菌以 15—40℃ 最佳, 超过 50℃ 或低于 5℃ 都不利于细菌的生长繁殖。处理不同物质条件各异, 这些条件在间歇试验时就可确定。在可生化的前提下, 初步确定某些参数, 供连续试验用。连续试验可在装置内进行(见图 1), 以进一步确定参数, 供中试或生产装置用。

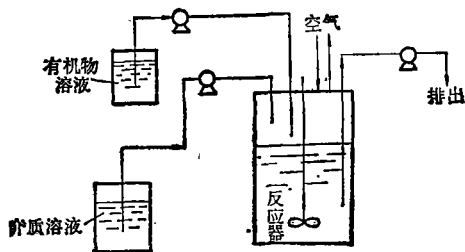


图 1 连续试验装置示意

2. 废水来源及成份

本试验的有害物质是吡啶、酚、甲醇、噻吩、硫氰酸钠及其混合物。

废水由人工配制而成, 各有害物质浓度约为 0.1—0.2%。介质浓度见表 1。

在连续试验中介质浓度除了磷酸氢盐浓

表 1 间歇试验介质浓度 单位: mg/l

序号	名 称	数 量
1	K ₂ HPO ₄	200
2	KH ₂ PO ₄	200
3	NH ₄ NO ₃	200
4	MgSO ₄ ·7H ₂ O	100
5	CaCl ₂ ·2H ₂ O	50
6	FeCl ₃ ·6H ₂ O	16.7
7	Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O	0.3
8	ZnSO ₄ ·7H ₂ O	0.18
9	CuSO ₄ ·5H ₂ O	0.16
10	MnSO ₄ ·7H ₂ O	0.15
11	CoCl ₂ ·6H ₂ O	0.10
12	H ₃ BO ₃	0.10

度为 3000 mg/l, FeCl₃·6H₂O 约 2 mg/l 外, 其他组成基本相同。当磷酸氢盐浓度达到 3000 mg/l 后, pH 值在试验过程中基本保持在 6.6 左右。此时, FeCl₃·6H₂O 的浓度不能太高, 否则产生沉淀, 影响试验结果。

3. 分析方法

为了确定生化处理效率, 常用的分析方法有气相色谱、液相色谱、分光光度法等。本试验对单组分除硫氰酸钠外, 其他都可用 DOC 分析仪, 从分析仪得到的浓度为溶解的有机碳浓度, 再经过换算, 就可得出各有机物质的含量。

$$Y_i = \frac{M_i}{C_i} x_i$$

式中 M_i 为各有害物质分子量; C_i 为各有害物质分子中所含的碳量, y_i 为各有害物质的含量; x_i 为各有害物质经分析后所得到的总碳含量。

在混合物中, 甲醇和吡啶用气相色谱仪分析, 酚用液相色谱仪分析。

对于硫氰酸钠的分析, 通过多次试验, 如用 DOC 分析仪, 则要稀释其浓度到小于 3 ppm, 否则误差较大。本试验用分光光度法分析, 既可分析单组分的硫氰酸钠, 又可分析混合物中的硫氰酸钠, 简便、精确, 误差小于 5%。

污泥浓度的测定采用分光光度计法, 此法比重法简便, 测定污泥浓度, 既快速又精确。

4. 基本参数

生化方法实验室试验主要确定以下几个参数: μ 为生物比生长率 (h^{-1}), D 为稀释速率 (h^{-1}), t_d 为生物生长繁殖一倍的时间 (h) 等。

(1) μ 的定义

在一定时间间隔 dt 内, 在系统中所生长的生物体 dx 与存在于系统中的生物体 x 和时间间隔 dt 成正比。 x 以生物体沉淀物的干重表示。

$$dx = \mu x dt \quad \text{则} \quad \frac{dx}{dt} = \mu x \quad (1)$$

μ 为比例常数, 定义为比生长率。通过积分, 得出:

$$\ln x = \ln x_0 + \mu t \quad (2)$$

x_0 为 $t = t_0$ 时生物体浓度。

从式(2)可知, 如果作 $\ln x$ 对 t 的关系图则直线的斜率为 μ 。比生长率 μ 是生物生长繁殖的基本参数, 其他参数可由与 μ 的关系式求得。

(2) t_d 的定义

生物体生长一倍时的时间 t_d 广泛地用来描述生物生长的情况, t_d 与生长率 μ 之间的关系可由式(2)得出:

$$\ln \frac{x}{x_0} = \mu t$$

当 $x = 2x_0$ 时, $t = t_d$

$$\text{则} \quad t_d = \frac{\ln 2}{\mu} = \frac{0.692}{\mu} \quad (3)$$

因此, 首先通过间歇试验得到 $x - t$ 的曲线图, 然后由此曲线图得到 t_d , 再由 t_d 求得 μ 。

(3) 生长率 y

任何一种被处理物质的生长率 y 的定义为每单位重量的被处理物质所产生的生物体

干重。

$$y = -\frac{dx}{ds} \quad (4)$$

$$-(x - x_0) = y(s - s_0) \quad (5)$$

式中 x_0, s_0 为最初生物体和被处理物质的浓度; τ, s 为经过一段时间的生长后, 在时间为 τ 时的生物体和被处理物质的浓度。

在一定的生长条件下, 生长率是一定的。

(4) 新陈代谢系数 q

在给定的时间间隔 dt 内, 物质消耗速率是与生物体的浓度成正比, 即

$$-\frac{ds}{dx} = qx \quad (6)$$

式中比例常数 q 定义为新陈代谢系数。

在实际应用中, 最广泛被采用的新陈代谢系数是氧和碳的新陈代谢系数 q_{O_2} 和 q_C 。

由(2)、(4)、(6)式演算可得

$$q = \frac{\mu}{y} \quad (7)$$

(5) 稀释速率 D 的定义

在连续试验过程, 当系统为稳定流的条件下, 流体在反应器内滞留时间 τ 可用下式表示:

$$\tau = \frac{V}{F} = \frac{1}{D} \quad (8)$$

式中, V 为反应器内反应介质溶液的体积 (m^3); F 为反应介质溶液的流量 (m^3/h); D 为每单位溶液体积的流量或稀释速率 (h^{-1})。

D 参数广泛应用于微生物系统, 在连续试验阶段, 它是一个重要的参数之一。根据生物体生长平衡关系为:

容器内生物净增长量 = 生物生长总量 - 流出的量

$$Vdx = V\mu x dt - Fx dt \quad (9)$$

换算后得:

$$\frac{dx}{dt} = (\mu - D)x \quad (10)$$

在稳定条件下, $\frac{dx}{dt} = 0, \mu = D$ 。在连

续试验阶段, 在一定的反应器容积条件下, 通过不同的流量求得 $x-D$ 和 $s-D$ 两条曲线, 从而可得出最大的 $D(h^{-1})$, 此时的 D 称为“Washout” D , 上述两条曲线称为“Washout”曲线, 如图 2 所示。

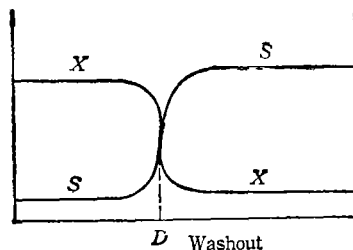


图 2 不同流量 $x-D$ 和 $s-D$ 的关系

结 果 和 讨 论

试验结果见附图 3—6。

1. 图 3 表示间歇试验阶段, pH 值随时间而变化。当 pH 值改变时, 相应处理效果明显下降。为了不影响系统的处理效率, pH 值应保持在一个恒定的值, 因而需要采用不同浓度的磷酸氢盐, 磷酸氢盐在系统中既作为生物生长繁殖的营养物质, 又是一种缓冲剂, 能调节系统的 pH 值, 其最佳浓度要通过试验确定。

2. 图 4 表示间歇试验阶段活性污泥处理吡啶时, 生物所生长的量与时间的关系, 图中生物体的生长数量以光学密度 OD (optical density) 表示。由图 4 可得到吡啶的 μ 和 t_d , 所得数值如表 2。

t_d 越小, μ 值越大, 该物质被处理的效率越高。从表 2 可见甲醇处理效率最高, 其次是酚, 一般用生化方法处理甲醇和酚均可达到 90%。在单组分处理过程, 硫氰酸钠的 t_d 为 36 小时, 但混合后 t_d 只有 10 小时, 降低了 2 倍多。

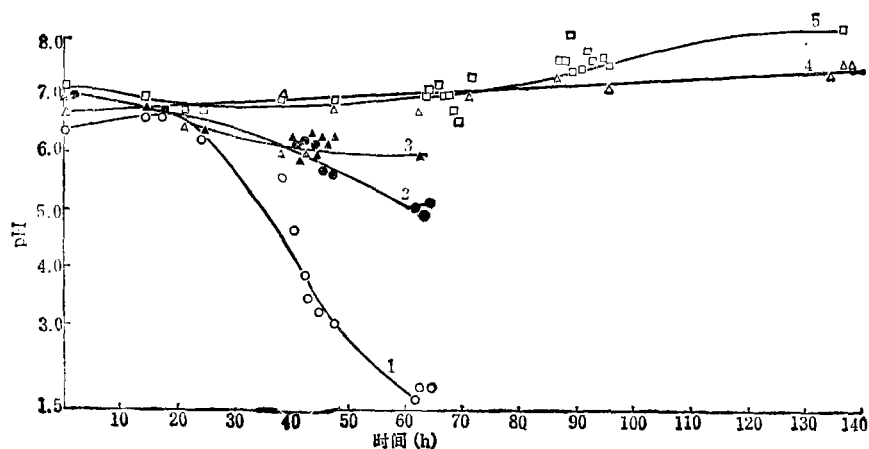


图 3 间歇试验 pH 与时间的关系

1—酚○ 2—甲醇● 3—混合物△
4—硫氰酸钠△ 5—吡啶□

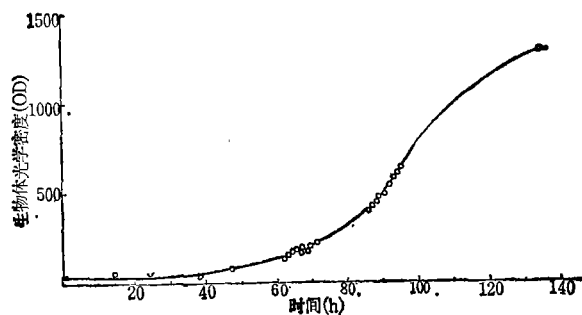
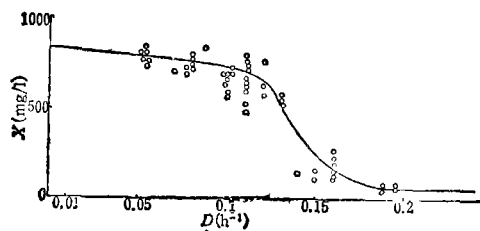


图 4 吡啶间歇试验 OD 与时间的关系

表 2 不同物质的 td 和 μ

序号	名 称	$td(h)$	$\mu(h^{-1})$
1	甲 醇	4	0.17
2	酚	6	0.12
3	吡 啶	16	0.043
4	硫氰酸钠	36	0.02
5	甲醇+酚+吡啶+ 硫氰酸钠	10	0.07

图 5 酚连续试验 $x-D$ 的关系

3. 图 5、6 表示酚(单组分)在连续试验阶段 $x-D$ 和 $s-D$ 的关系图,即 Washout 图。由图中明显看出流量是影响效率的重要因素之一,若流量或稀释速率 D 超过 Washout 这一点,则生化处理的效率急剧下降,所以在生产中要求操作流量要小于 Washout 这一

点。

在实验室条件下,反应器尺寸过小,生物往往沿着反应壁生长。在器壁处和器内的 x 、 s 有差别,因而图 5、6 曲线与理论曲线有所差别,此差别由图 7 可见。

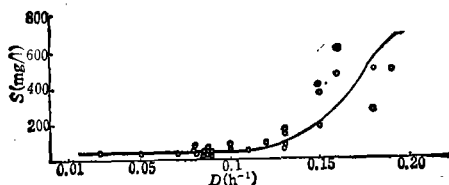
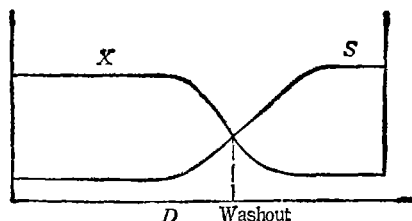
图 6 酚连续试验 $s-D$ 的关系

图 7 Washout 实际曲线与理论曲线的差别

结 论

1. 用活性污泥处理吡啶、酚、甲醇、噻吩、硫氰酸钠及其混合物是可能的, 如甲醇和酚处理效率均可达到 90%, 其中硫氰酸钠虽然单组分的处理效率低, 但与其他物质混合后, 效率能提高 2 倍。

2. 用活性污泥处理有机物质, 必须控制生化条件。如 pH 值、温度、浓度等。温度控制在 15—40℃; pH 值根据试验结果, 不同的物质控制在不同的值; 浓度不仅要控制有机物质, 而且也要控制营养物质、微量元素等物质。只有这样才能提高处理效率。

3. 通过试验确定关键参数。例如“稀释速度”是直接影响处理效率的重要参数之一, 也就是说通过试验必须确定 Washout 点。

4. 在试验阶段不可忽视分析方法的选定。

主要参考文献

- [1] Hamer, G., *Biological Wastewater Treatment*, pp. 1—29, EAWAG, Switzerland, 1981.
- [2] Hamer, G., *Acta Biotechnologica*, 1(2), 139—147 (1981).
- [3] Hamer, G., “Continuous Culture Kinetics and Activated Sludge Process” in *Proceedings of the 8th International Symposium on Continuous Culture of Microorganisms*, Porton Down, England, December, 1982.
- [4] Wilkinson, T. G. and G. Hamer, *J. Chem. Tech. Biotechnol.*, 29, 56—57, (1979).

液膜法处理含锌废水中试报告*

邵 刚 执笔

(冶金部建筑研究总院环保所)

一、前 言

近年来国内外对液膜分离技术进行了广泛的研究, 作为一种新型的废水处理技术已受到人们的重视。本试验是在实验室试验取得的工艺条件和参数的基础上进行的。对电池厂的实际含锌废水进行了三个月连续性中试, 结果表明, 该含锌废水经两级液膜萃取后废水中的 Zn^{2+} 由 1000 ppm 左右降至 5 ppm

以下, 达到国家排放标准。破乳后的内相水中含 Zn^{2+} 30000 ppm 左右, 可返回生产复用。回收的膜相再用于制乳重复使用。该工艺基本上实现了闭路循环, 经济上较合理, 是一项有发展前途的废水处理新方法。

二、试 验 部 分

1. 工艺流程及设备

液膜法处理电池厂含锌废水的中试工艺

* 参加试验工作的有水室液膜组全体同志