

对苯二甲酸 (TA) 可生物降解性的研究

何星海 张忠祥 马世豪

(北京市环境保护科学研究所, 北京 100037)

摘要 活性污泥经驯化, TA 可被微生物降解, 且具有较快的降解速度, 当降解程度达 90% 时, 平均降解速率为 37.3mg COD/gMLSS · h, 与进水 COD 浓度的关系符合 Michaelis-Menten 公式. 在本实验条件下 v_{max} 为 709.2mg COD/L · d, K_m 为 488.4mg COD/L. 在活性污泥作用下, TA 降解的中间产物被确定为间羟基苯甲酸和原儿茶酸.

关键词 对苯二甲酸; 可生物降解性; 降解速度; 降解动力学; 降解途径.

精对苯二甲酸 (PTA) 是一种重要的化工原料, 它广泛应用于合成树脂、涤纶纤维、塑料薄膜、增塑剂和染料等制造业. 由于其用途日益广泛, 因此, PTA 的生产得以迅速发展.

PTA 在生产过程中排出的废水, 水质水量变化幅度大, 成分复杂, 目前国内外对该废水还没有较成熟的处理工艺. 由于对苯二甲酸 (TA) 是该废水进行生化处理的关键物质, 为此, TA 的可生物降解性引起了国内外有关学者的关注.

目前对 TA 可生物降解性的报道^[1,2,3]均为从微生物学出发, 筛选、培养能降解 TA 的菌株, 这些研究成果无疑为 PTA 废水的生化处理提供了理论依据. 本研究拟从废水处理工艺的角度, 探索 TA 在活性污泥作用下的生物降解性, 以便为工程设计提供科学依据和技术参数.

一 对苯二甲酸 (TA) 在活性污泥作用下的降解特性

(一) 试验试剂与装置

1. 浓度为 12000.0mg/L 的 TA 标准液
2. 与 TA 标准液 1:1 使用的营养盐溶液
3. 污泥悬浮液

污泥取自本所污水处理厂二沉池, 在 400r/min 的离心机上离心 10 分钟后, 用生理盐水冲洗, 重复三次后, 溶于 pH = 7.2 的磷酸盐缓冲溶液中, 配成浓度为 2g (干重)/L 的污泥悬浮液. 该悬浮液现用现配.

4. 差压式直读 BOD 测定装置

(二) 试验方法

1. 污泥负荷 (F/M) 对 TA 降解的影响

取六个试验瓶, 依次编号为 1#—6#, 均加入 10.0ml TA 标准液、营养盐溶液和 200ml 自来水, 并依次加入污泥悬浮液 7.5、10.0、15.0、30.0、60.0、120.0ml, 再加自来水至 300ml. 此时, 1#—6# 的进水 F/M (F:TA 浓度 mg/L; M: 污泥浓度 mg (干重)/L) 依次为: 8.0、6.0、4.0、2.0、1.0、0.5. 将试验瓶放入恒温搅拌系统. 每 12 小时取一次样, 经过滤后测定滤液的 COD 值. 得出不同污泥负荷作用下的 TA 降解曲线.

2. pH 值对 TA 降解的影响

取七个试验瓶, 依次编号为 1#—7#, 均加入等量的 TA 标准液、营养盐溶液和污泥悬浮液. 用浓 HNO₃ 和 NaOH 溶液调节 1#—7# 的 pH 值, 使其依次为 6.0、6.5、7.0、7.5、8.0、8.5、9.0. 将试验瓶放入恒温搅拌系统, 搅拌 40 小时后, 取样经过滤测定各瓶的 COD 值.

3. TA 的抑制浓度

取六个试验瓶, 依次编号为 1#—6#, 在进水污泥负荷 F/M = 4.0, pH = 7.2 条件下, 均加入等量的葡萄糖与谷氨酸. 除 6# 作为对照外, 1#—5# 加入 TA 溶液, 使其浓度依次为: 235.5、316.4、405.0、550.2、712.0mg/L (该值是

收稿日期: 1991 年 4 月 23 日

在上机搅拌 10 分钟后, 取样测定的)。将试验瓶置于差压式直读 BOD 测定装置上, 使装置处于搅拌状态, 温度调至 25℃, 测定 0—120 小时内不同 TA 浓度下的生物耗氧历时曲线。

(三) 试验结果与讨论

1. 污泥负荷对 TA 降解的影响

F/M 对 TA 降解的影响试验结果如图 1 所示。

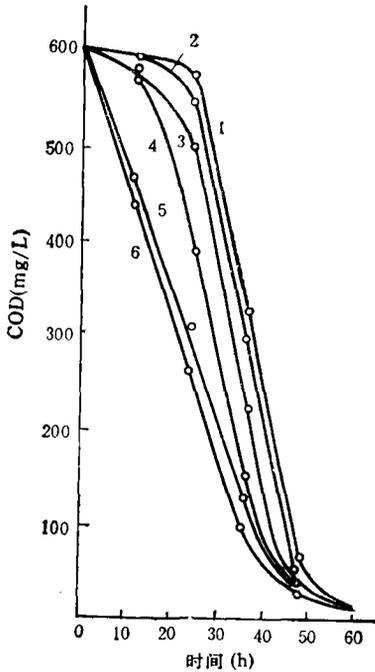


图 1 污泥负荷对 TA 降解的影响

- 1. $F/M = 8.0$ 2. $F/M = 6.0$ 3. $F/M = 4.0$
- 4. $F/M = 2.0$ 5. $F/M = 1.0$ 6. $F/M = 0.5$

从图 1 可知, 随着 F/M 值的增大, TA 降解的迟缓期延长。如当 $F/M = 0.5$ 时, 几乎看不到迟缓期的存在, 而当 $F/M = 8.0$ 时, 其迟缓期竟长达 30 多小时之久。但是, 一旦 TA 开始降解, F/M 值大的以较快的速度降解 TA, 而 F/M 值小的则以较缓慢的速度降解 TA, 且它们降解 TA 至最小浓度所需的时间几乎相等。由此可见, F/M 值的大小对 TA 降解的平均速度影响不大,

2. pH 值对 TA 降解的影响

pH 值对 TA 降解的影响试验结果如图 2 所示。

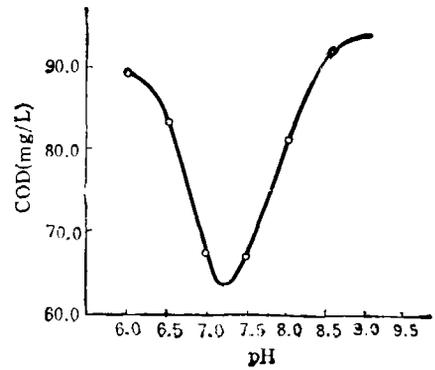


图 2 pH 值对 TA 降解的影响

从图 2 可见, pH 值对 TA 降解的影响是较大的。在活性污泥作用下, 最佳 pH 值范围为 7.0—7.5。

3. TA 的抑制浓度

在 $F/M = 4.0$, $pH = 7.2$ 条件下, 不同 TA 浓度的生物耗氧历时曲线如图 3 所示。

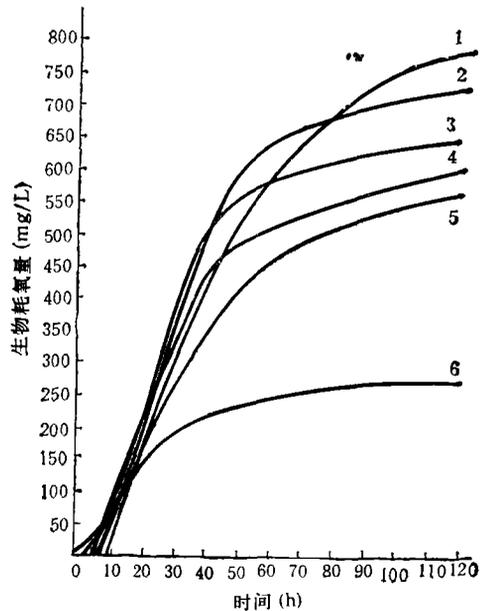


图 3 不同 TA 浓度的生物耗氧历时曲线

- 1. $TA_{进} = 712.0$ $TA_{出} = 4.6$; 2. $TA_{进} = 550.2$ $TA_{出} = 4.1$;
- 3. $TA_{进} = 405.0$ $TA_{出} = 4.0$; 4. $TA_{进} = 316.4$ $TA_{出} = 2.3$;
- 5. $TA_{进} = 235.5$ $TA_{出} = 3.1$; 6. 对照组

从图 3 可知, 不管 TA 浓度的高低, 均存在一个迟缓期, 且 TA 浓度越高, 迟缓期越长。但微生物一旦被驯化, 对 TA 均能表现出强烈的呼吸作用, 表现为 TA 各组的微生物耗氧速度 (曲线斜率) 远大于对照组的微生物耗氧速

度。且当 TA 浓度小于 550mg/L 时，随着浓度的增大，微生物的耗氧速度也增大。这些现象均表明，微生物经驯化后能以 TA 为碳源。但当 TA 浓度提高到 550mg/L 时，在相当长的一段时间内，随着浓度的增加，微生物的耗氧速度却减小。这说明，当 TA 浓度大于等于 550mg/L 时，对微生物的生长表现出一定的抑制作用。但从图 3 可知，尽管在一段时间内微生物的耗氧速度随浓度的升高而减小，但其五日生化需氧量 (BOD₅) 却随浓度的增高而增大。且通过对出水 TA 的测定也表明，各组的 TA 经五天后均被完全降解。由此可见，当 TA 浓度增至 550mg/L 时，虽对微生物的生长表现出一定的抑制作用，但无毒害作用，所以经过进一步的驯化，微生物便可适应。因此，从某种意义上来说，TA 对微生物并不存在抑制浓度的问题，换言之，微生物对 TA 具有较大的忍受能力。

二、对苯二甲酸 (TA) 生物降解速度及降解动力学的研究

(一) 试验材料与与方法

1. TA 在活性污泥作用下降解速度的测定
本试验采用彼特 (P. Pitter) 标准测定法^[4]。为更直观地反映 TA 的降解速度，试验设以葡萄糖作为微生物的唯一碳源进行平行试验的对照组。为考察 TA 自身的稳定性，增设了一组投加 TA 而不接种的空白试验组。

2. TA 在活性污泥作用下的降解动力学
所用试剂同一中的(一)。

取六个试验瓶，编号为 1#—6#，依次加入 TA 溶液，使其 COD 浓度依次为 288.7、577.3、866.0、1154.7、1443.3、1732.0mg/L，并相应地加入营养盐溶液和污泥悬浮液。将试验瓶置于恒温搅拌装置上，根据进水 COD 的大小，选择适当的时间间隔进行取样，过滤后测定 COD，至 COD 浓度达到最小为止。求得不同浓度下 COD 达最小时的平均降解速度。

(二) 试验结果与分析

1. 降解速度的测定

用彼特 (P. Pitter) 标准测定法测定的结果如图 4 所示。

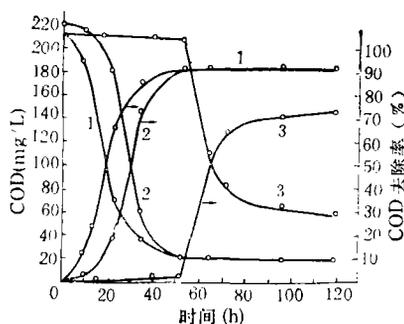


图 4 TA 的微生物降解过程
1. 对照组 2. TA 组 3. 空白组

从图 4 可知，在本试验的条件下，在未接种时，TA 在 53 小时以前，几乎未发生任何分解作用，表明 TA 具有一定的自身稳定性。而接种后的 TA，在此期间 (53 小时内) 基本上已分解完毕。说明图 4 中 TA 组所显示的 TA 分解过程确是微生物作用的结果。证明微生物能以 TA 作为唯一的碳源。

由本试验求得的不同时间内 TA 与葡萄糖的平均降解速度见表 1。

从图 4 和表 1 可知，前 20 多小时，TA 的平均降解速度远小于葡萄糖的平均降解速度，这再次证明了微生物以 TA 作为唯一的碳源需要一定的驯化时间，但一旦被驯化，微生物便能表现出强烈的呼吸作用。当降解时间为 35 小时时，TA 的平均降解速度与葡萄糖的相当接近，当达到 53 小时时，两者的平均降解速度基本相等，且以后它们的降解曲线基本重合。这说明 TA 与葡萄糖具有相同的最终降解程度和平均降解速度。由此可见，微生物不仅可以以 TA 作为唯一的碳源，且一旦被驯化，对 TA 具有较快的降解速度。当降解程度达 90% 时，TA 与葡萄糖具有相同的平均降解速度，在本试验的条件下，其数值为 37.3mg COD/g MLSS · h。

2. TA 降解动力学

不同 TA 初始浓度 c (COD) 与平均降解速度 v (自接种至降解至 COD 最小的平均速

表 1 TA 与葡萄糖降解速度的比较

降解时间 (h)	10.0	22.5	34.5	53.0	64.0
葡萄糖平均降解速度 (mgCOD/g MLSS · h)	25.0	61.2	51.5	36.1	30.0
TA 平均降解速度 (mg COD/g MLSS · h)	5.0	18.0	45.9	37.3	31.1
TA/葡萄糖	0.20	0.29	0.89	1.03	1.04

度)的关系如图 5 所示。根据这一结果,对 v 与 $1/v$ 的关系进行线性回归,可得相关系数为 0.9988,截距为 1.41×10^{-3} ,斜率为 0.687 的直线,如图 6 所示。

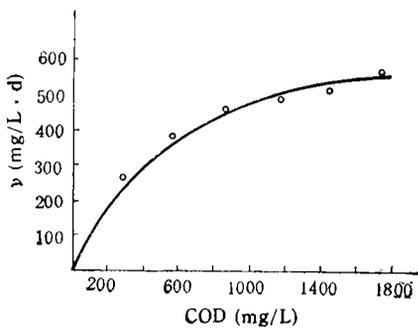


图 5 进水 COD 与平均降解速度的关系

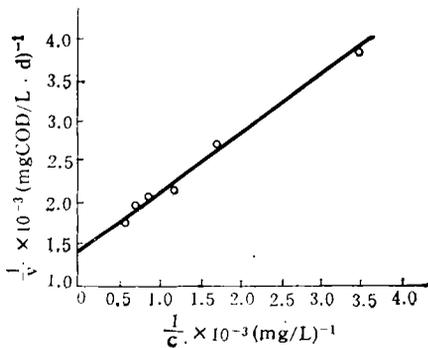


图 6 进水 COD 与平均降解速度倒数的关系

从图 6 可知,在活性污泥的作用下,TA 的平均降解速度符合 Michaelis-Menten 公式。

$$v = \frac{v_{\max} [\text{COD}]}{K_m + [\text{COD}]}$$

式中, v 为酶促反应速度 (mgCOD/L · d)
 v_{\max} 为最大反应速度 (mgCOD/L · d)
 $[\text{COD}]$ 为 COD 浓度 (mg/L)
 K_m 为米氏常数 (mgCOD/L)

并可求得

$$v_{\max} = (1.41 \times 10^{-3})^{-1} = 709.2 \text{ mgCOD/L} \cdot \text{d},$$

$$K_m = 488.4 \text{ mgCOD/L}.$$

从 Michaelis-Menten 公式的推导可知, v_{\max} 的大小与微生物量的多少、温度等试验条件有关。因此,本试验的意义并不仅在于求得 v_{\max} 和 K_m 这两个参数,而是证实了 TA 在活性污泥的作用下,符合 Michaelis-Menten 公式,为在实际应用中计算 TA 在活性污泥作用下的降解速度提供了理论依据。

三、对苯二甲酸 (TA) 生物降解途径的研究

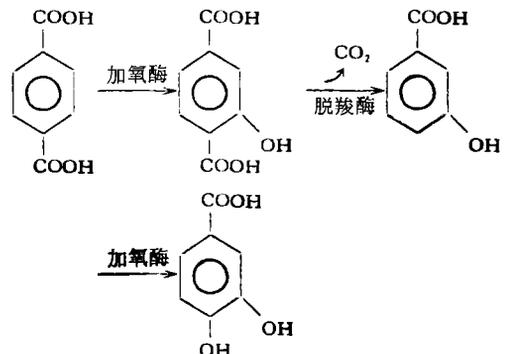
(一) TA 降解途径假设的提出

早在 1908 年,人们便了解到细菌对酚或甲苯这些芳香族化合物的降解作用^[5]。虽然微生物对芳香族化合物的代谢反应极为复杂,但由于研究得较早,还是探索到某些规律^[6,7]。

从现有的资料看,对苯二甲酸在活性污泥作用下的降解途径可作如下假设:

1. 苯环断裂前

在加氧酶与脱羧酶的作用下,最终生成原儿茶酸。



2. 苯环断裂

根据作用微生物种类的不同,既可能发生

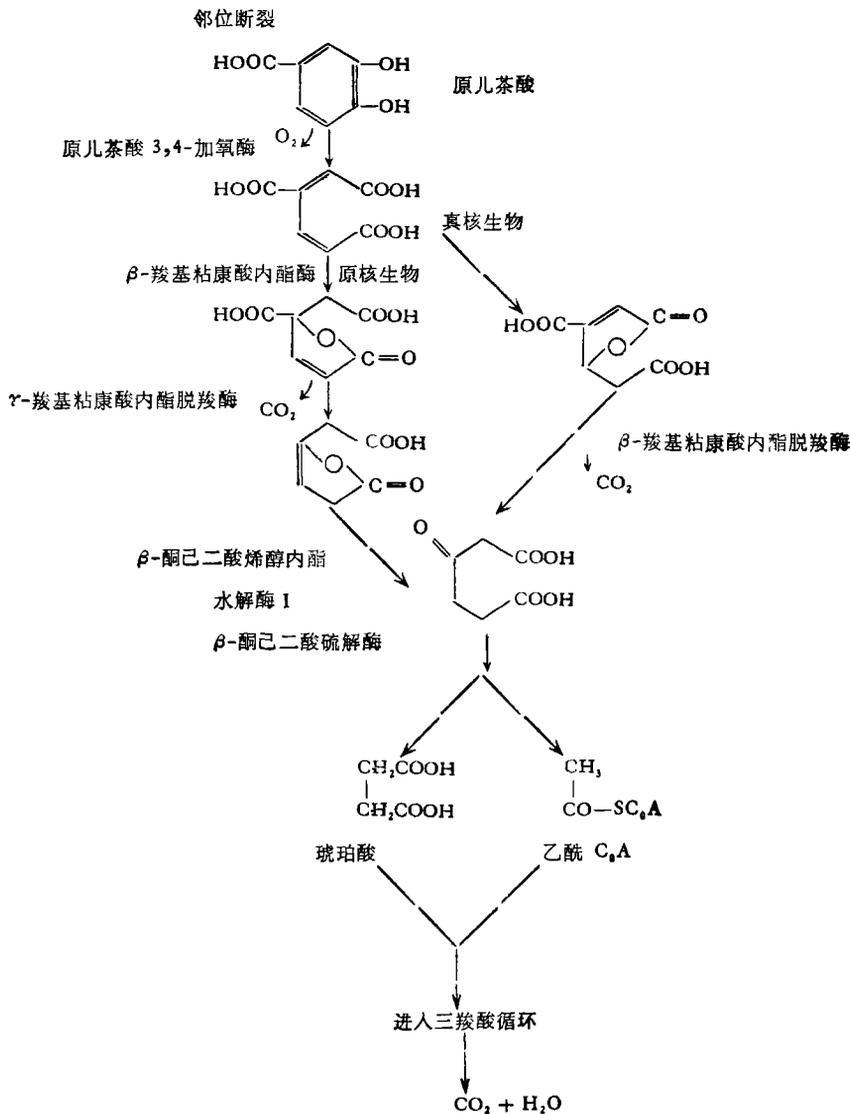


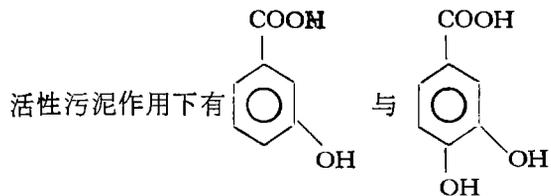
图 7 原儿茶酸邻位断裂时的降解途径

邻位断裂，也可能发生间位断裂。它们各自的降解途径如图 7、图 8 所示。

(二) 实验验证

1. 方法的选择

由上可知，对苯二甲酸好氧降解途径的假设可以分为苯环断裂前和苯环断裂后两部分，而后一部分恰又是原儿茶酸的降解途径。由于原儿茶酸是许多芳香族化合物降解的中间产物，所以有关它降解途径的研究有许多报道^[8,9]，原儿茶酸的降解途径已得到公认。因此，只需对前一部分假设进行验证。即证明 TA 在



的存在。

色质联机是分析中间代谢产物最理想的方法，但由于实验条件有限，加上 TA 降解的中间产物较难捕捉，要反复多次取样并立即分析，因此，本试验选用了纸上层析的方法。为了弥补纸上层析用于定性分析存在的缺点，试验选

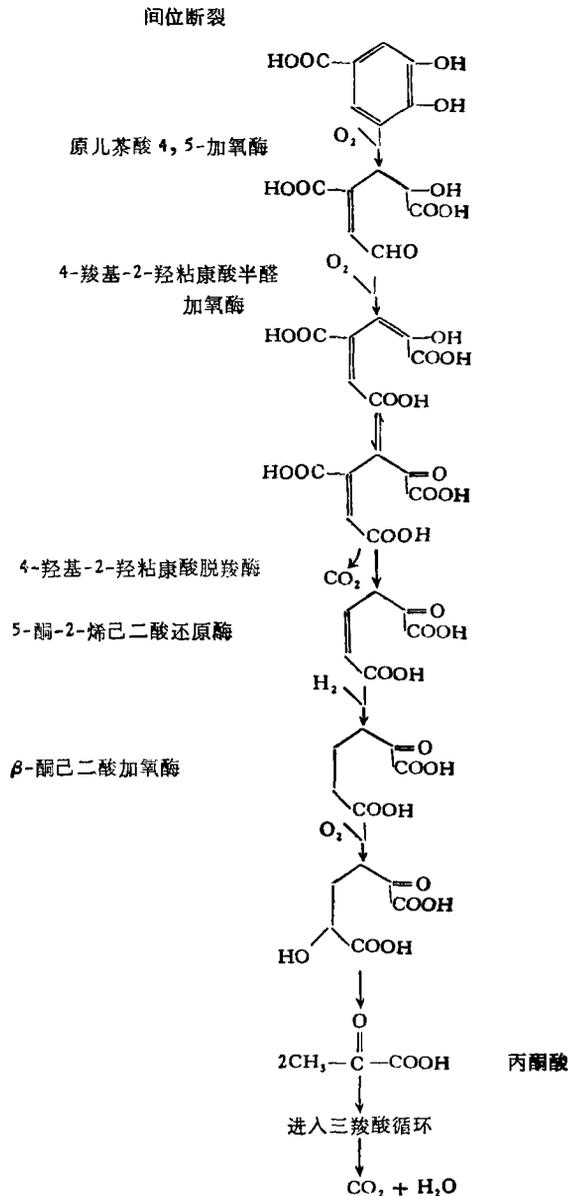


图 8 原儿茶酸间位断裂时的降解途径

用了多种展开剂进行纸上层析,用多种 Rf 值来进行定性分析。

2. 实验试剂

(1) 展开剂(体积比): ① 丁醇:醋酸:水=4:1:5; ② 间甲酚:醋酸:水=50:2:48; ③ 苯:醋酸:水=125:72:3

(2) 显色剂: ① 重氮化 4-硝基苯胺; ② 溴甲酚绿。

(3) 标准物质 间羟基苯甲酸 A. R; 原

儿茶酸 A. R.

3. 测定方法

在进水 COD = 1506.2mg/L, 用活性污泥接种,搅拌 36 小时的条件下, 取样经浓缩后进行纸上层析。

(三) 实验结果

纸上层析的分析结果如表 2 所示。

从表 2 可知, 选用苯、醋酸、水, 间甲酚、醋酸、水和丁醇、醋酸、水三体系作为展开剂来分

表 2 纸上层析的分析结果

待测物质	显色剂	展 开 剂					
		苯:醋酸:水=125:72:3		间甲酚:醋酸:水=50:2:48		丁醇:醋酸:水=4:1:5	
		斑点颜色	Rf 值	斑点颜色	Rf 值	斑点颜色	Rf 值
间羟基苯甲酸	溴甲酚绿	绿底色中显浅黄色	0.75	蓝灰底色中显黄色	0.65	浅黄底色中显蓝色	0.80
	重氮化试剂	浅黄底色中显红色	0.75			浅黄底色中显红色	0.80
原儿茶酸	溴甲酚绿	绿底色中显蓝色	0.05	蓝灰底色中显黄色	0.50	浅黄底色中显蓝色	0.70
	重氮化试剂	浅黄底色中显棕色	0.05			浅黄底色中显棕色	0.70
出水水样	溴甲酚绿	绿底色中出现黄蓝斑点	0.75 0.05	蓝灰底色中出现两黄斑	0.65 0.50	浅黄色中出现两蓝斑	0.80 0.70
	重氮化试剂	浅黄底色中出现红棕斑点	0.75 0.15			浅黄色中出现红、棕斑	0.80 0.70

离间羟基苯甲酸和原儿茶酸是很成功的。同时还可以看出，间羟基苯甲酸和原儿茶酸在这三种展开剂中 Rf 值相差较大，这对我们用纸上层析来定性很重要。

表 2 结果表明，当对 TA 在活性污泥作用下的出水进行纸上层析时，在三种展开剂的作用下，均出现了与间羟基苯甲酸和原儿茶酸颜色相同，Rf 值相等的斑点。由此可以断定间羟基苯甲酸和原儿茶酸的存在。进而验证了 TA 经原儿茶酸进行分解代谢的假设。

四、结 论

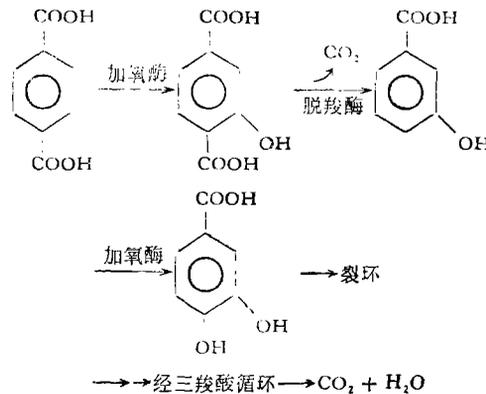
1. TA 对活性污泥起初具有一定的抑制作用，但经过一段时间的驯化，活性污泥便能适应 TA 的生长环境，并以 TA 作为唯一的碳源。

2. 当微生物适应了 TA 的生长环境后，对 TA 具有较快的降解速度。在活性污泥的作用下，当降解程度达 90% 时，TA 具有与葡萄糖相同的平均降解速度。其数值为 37.3mgCOD/g MLSS · h。

3. 微生物对 TA 不仅具有较快的降解速度，而且具有较大的忍受力。在活性污泥的作用下，虽然当 TA 浓度高于 550mg/L 时表现出一定的抑制作用，但经进一步驯化便可适应。由此可见，TA 对微生物无毒害作用。

4. 在活性污泥的作用下，TA 的微生物降解表现为酶促反应，反应速度符合 Michaelis-Menten 公式。在本试验的条件下，求得 $v_{max} = 709.2 \text{mgCOD/L} \cdot \text{d}$ ， $K_m = 488.4 \text{mgCOD/L}$ 。

5. TA 不仅能被微生物降解和具有较快的降解速度，而且还能被微生物彻底氧化。其降解途径经试验研究可确定为：



参 考 文 献

- 1 小岩成次,五十岚辰夫. *J. Ferment. Technol.*, 1979, 55(2):97
- 2 林雅兰等. 环境科学. 1986,5(4): 7
- 3 邹惠仙等. 中国环境科学. 1982,2(5): 43
- 4 郑元景等. 生物膜法处理污水. 北京: 中国建筑工业出版社, 1982: 235
- 5 [英] N. 沃尔克编. 土壤微生物学, 北京: 科学出版社, 1981: 211
- 6 Ribbon DW et al. *Biochem. J.*, 1962, 83: 483
- 7 大连轻工学院. 生物化学. 北京: 轻工出版社, 1983: 311

杭州西湖底泥释磷及其对富营养化的影响*

韩 伟 明

(杭州市环境保护科学研究所, 杭州市 310007)

摘要 杭州西湖是一个小型浅水湖泊,其底泥由上部藻骸腐泥和下部泥炭层构成。西湖底泥的显著特点是有机碳含量特别高,氮和磷含量也相当高。通过实验室和现场模拟研究,考察了 pH、温度、溶解氧、氧化还原电位及上复水种类等环境因素对底泥释磷量和释磷速率的影响。上复水 pH 值在 6.5—7.0 范围内底泥释磷量最低;在较高或较低 pH 值时,底泥释磷量倍增。升高水温或降低上复水溶解氧浓度均能加速磷释放。实验室模拟西湖底泥最大释磷量为 0.368 μg/g。夏季现场模拟平均释磷速率为 1.02 mg/m²·d;估算西湖底泥释磷量达 1.346 t/y,相当于年平均外部入湖磷负荷的 36.4%。底泥释磷对西湖富营养化有着不容忽视的影响。

关键词 底泥,磷,释放试验,富营养化。

驰名中外的杭州西湖,因库容量小,自然补给水源不足,加上流域内经济迅速发展而环境保护未能协调发展,致使氮、磷等营养物大量积蓄。至七十年代已重度富营养化,严重影响其游览观光价值。

为恢复和保护西湖原有良好的生态环境,七十年代末以来,杭州市有关部门通力合作,采取搬迁、截污、疏浚、引水和绿化等措施对西湖进行全面整治。这对减缓西湖水体富营养化进程、改善水质有一定的效果。但其营养状态未

见明显的改善,目前仍属富营养化湖泊。

我们采用实验室和现场模拟两种方法对杭州西湖底泥释磷进行较系统的研究,考察了 pH、DO、温度和上复水组成等环境因素对底泥释磷的影响,获得了底泥释磷量和释磷速率,定量地估算了底泥释磷对杭州西湖富营养化过程的影响程度。

一、西湖底泥的营养状况

根据最近对西湖 20 个点的底泥柱状样和

表 1 西湖底泥各层营养物的平均含量及与其它湖的比较

湖泊	层位	营养物						
		层厚 (m)	有机碳 (%)	总氮 (%)	总磷 (%)	氨 氮 (ppm)	碳/氮	氮/磷
西 湖	上腐泥层	0.27	12.24	0.92	0.073	54.1	13.86	13.36
	下腐泥层	0.31	10.00	0.84	0.075	91.2	15.53	11.24
	泥炭层	0.28	27.87	1.18	0.054	94.0	19.04	12.72
	基底粉砂层	0.40	3.03	0.13	0.029	163.2	10—15	5
	全湖平均(不含基底)	0.86	16.70	0.98	0.067	79.8		
	武汉东湖		5.78	0.24	0.070			
	江苏太湖		1.37	0.075	0.127			
	安徽巢湖		1.11	0.056	0.058			

* 该研究系国家“七五”科技攻关项目

收稿日期: 1991 年 9 月 23 日

Simulation and Analysis of Biological Stabilization Pond System. Wen Xinghua (Research Center for Eco-Environmental Sciences, Academia Sinica, Beijing), Qian Yi, Gu Xiasheng (Department of Environmental Engineering, Tsinghua University, Beijing, 100084, China): *Chin. J. Environ. Sci.*, **13**(3), 1992, pp. 2—6

An ecological model was established by the authors to simulate the general operation characteristics of the biological stabilization pond system. It was concluded that the concentrations of organic carbon as well as nitrogen and phosphorus in each stage of a multi-stage pond increase with the increase of influent concentrations and therefore it is not proper to run a multi-stage pond at too high influent concentrations; the removal rate of the pond for organic nitrogen is rather high but not for total nitrogen for the pond system has a limited ability to remove inorganic nitrogen; the responses of carbon, nitrogen and phosphorus contents in bacteria cells to the influent concentrations follow the Monod formula; the responses of carbon, nitrogen and phosphorus content in algae cells are similar. There exists an optimum nutrient concentration for algae growth. In this study the concentration is:

$C_{0i} = 72\text{Mg/L}$, $TN_i = 23.80\text{Mg/L}$, and $TP_i = 2.46\text{Mg/L}$. The elevation of algae concentration is beneficial to the removal of dissolved nutrients.

Key words: ecological model, simulation, biological stabilization pond, waste water treatment, organic carbon in waste water, nitrogen in waste water, phosphorus in waste water.

Effect of pH and Temperature on Cr(VI) Removal from Soil Solution. Chen Yingxu, Zhu Yinmei, Yuan Keneng and Zhu Zuxiang (Zhejiang Agricultural University, Hangzhou): *Chin. J. Environ. Sci.*, **13**(3), 1992, pp. 7—10

The process of Cr(VI) removal from soil solution could be divided into two steps. The first step is a fast reaction depending mainly on the rate of Cr(VI) adsorption. The second step is a slow reaction depending mainly on the rate of Cr(VI) reduction. As the pH of soil solution increased, the rate constants, K_1 and K_2 of Cr(VI) removal by soils decreased obviously. The influence of temperature on the kinetics of Cr(VI) removal varied with various soils and was found to be quite complicated. The influence of temperature on the removal of Cr(VI) are mainly associated with Cr(VI) adsorption and reduction.

Key words: Chromium, adsorption, reduction, chromium in soil.

Preliminary Studies of the Buffering Effect of Tree Grows and Leaf Litter on Simulated Acid Rain. Deng shijian, Chen Chuying, Zhang Jiawu, Wang Silong (Institute of Applied Ecology, Academia Sinica, Shenyang): *Chin. J. Environ. Sci.*, **13**(3), 1992, pp. 10—17

The studies of the buffering effect of crown, leaf litter and live leaves on acid rain were carried out with simulation methodology. The results show that buffering ability of broadleaf trees was greater than that of conifers, that tree species with higher leaf juice pH values are more capable of buffering acid rain than those with lower leaf juice pH values, and that the ability of broadleaf tree species is directly proportional to the area of leaves. As to conifers, however, the ability of tree species with larger leaf areas tends to be smaller. The order of buffering ability of different materials at pH2.00 and 3.00 was found to be: leaf litter > live leaves > crown, while at pH4.50 the order is leaf litter > crown > live leaves.

Key words: simulated acid rain, throughfall, leaf litter, leaf juices, buffering.

Study on Biodegradability of Terephthalic Acid. He Xinghai, Zhang Zhongxiang, Ma Shihao (Beijing Municipal Research Institute of Environment Protection): *Chin. J. Environ. Sci.*, **13**(3), 1992, pp 18—25

A study on the biodegradability of terephthalic acid (TA) aiming at clarifying its biodegradation characteristics, biodegradation rate and metabolic pathways, by activated sludge was carried out. The results show that terephthalic acid can be biodegraded rapidly by microorganisms. The relationship between biodegradation rate and the concentration of TA can be fitted into Michaelis-Menten model. The biodegraded products from terephthalic acid by activated sludge were identified as m-hydroxybenzoic acid and protocatechuic acid and a metabolic pathway of terephthalic acid was accordingly proposed.

Key Words: Biodegradation of terephthalic acid, activated sludge, metabolism of terephthalic acid.

Phosphorus Release from Sediments and Its Effects on the Eutrophication of the West Lake. Han Weiming (Hangzhou Institute of Environmental Protection, Hangzhou): *Chin. J. Environ. Sci.*, **13**(3), 1992, pp. 25—29

The sediments of the West Lake in Hangzhou, a small and shallow lake, are characterized by high organic carbon content (average 16.70%) and pretty high nitrogen content (average 0.98%). Simulation studies in the laboratory and in the field were conducted to determine the effects of various environmental parameters including pH, temperature, dissolved oxygen concentration, redox potential and the type of overlying water on phosphorus release rate and release capacity from the sediments. The lowest release capacity was observed in a pH range of 6.5—7.0 of the overlying water. At higher or lower pH values, the release could be redoubled. Raising the temperature or decreasing oxygen concentration in the overlying water also led to the increase of phosphorus release. The highest release capacity was found to be 0.368 $\mu\text{g/g}$ in the laboratory. The average release rate measured in the