

研究简报

河水中煤灰含量及其粒度对有机污染物生物氧化过程的影响*

叶常明 马瑞霞 杜秀英 谢永明

(中国科学院环境化学研究所)

关于煤灰含量及其粒度对河水中有机污染物生物氧化过程影响的研究,文献报道很少,而有关固体悬浮物对硝化速度刺激效应研究的报道则很多^[1-5]。本研究是在前人工作的启发下进行的。

实验与结果

本实验所用河水取自北京通惠河白石桥头,煤灰取自于广西桂林市氮肥厂锅炉水沫除尘洗下的煤灰。

基质溶液的组成:在一升二次蒸馏水中溶解 4 克 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 200 克 KH_2PO_4 , 200 克 K_2HPO_4 , 100 克 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, 150 克 NaCl , 20 克 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 20 克 MgSO_4 , 50 克 CaCl_2 和 200 克 $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。在 4 °C 下保存。

分析方法:COD 用酸性高锰酸钾法,活细菌用平皿分离法,活和死菌总数用镜检法,BOD 用五日生化需氧量法,煤灰粒度分级用浙江上虞道圩沙筛厂生产的分样筛。在 COD 和 BOD 测定之前将水样用 G₄ 砂心漏斗抽滤,取滤液分析。在高压蒸气消毒器内进行灭菌。

(一) 煤灰对葡萄糖的吸附实验

取五个 250 毫升的碘量瓶,分别装入 100 毫升 500 毫克/升的葡萄糖溶液。称取 1、4、8 和 15 克的原样煤灰,分别用牛皮纸包好。然后将装有葡萄糖液的碘量瓶和包好的煤灰在 8 磅压力下灭菌 20 分钟。在无菌操作间

将上面四种不同重量的煤灰放到四个装有葡萄糖溶液的碘量瓶内,另一个作为空白。然后在康氏振荡器上振荡 1.5 小时,接着静置半小时,用砂心漏斗抽滤,测定滤液的 COD 浓度。结果表明,在我们的实验条件下,煤灰对葡萄糖的吸附能力是很小的。这说明,当煤灰存在时,河水中有机的除去速率的增加主要不是由于吸附作用,而是由于生物氧化作用。

(二) 灭菌和未灭菌煤灰的影响实验

将 10 升当天取来的河水,100 毫升基质溶液和 50 克干煤灰一道放入 50 升的玻璃缸内,通氧气驯化 42 小时,温度控制在 $18 \pm 1^\circ\text{C}$ 。将驯化过的溶液用直径 15 厘米的布氏漏斗过滤(普通滤纸)。分别将滤液和滤渣收集起来,以备后用。

称取两份各 10 克过滤煤灰沉淀物,将其其中一份进行高压灭菌。取三个五升烧杯作为反应器,各加入 3 升滤液和 10 毫升基质,其中第一个烧杯不加煤灰做为对照,第二个加入 10 克未灭菌煤灰沉淀物,第三个加入 10 克灭菌煤灰沉淀物。以同样的速度对上述三个烧杯进行机械搅拌,反应温度控制在 $18 \pm 1^\circ\text{C}$, $\text{pH} = 6.4-6.5$ 。

搅拌反应半小时后,取第一次样,以后每隔 4 小时取样分析一次,分析结果见表 1。从

* 本文得到申葆诚教授审阅,特此致谢。

表 1 看出, 未灭菌的 BOD₅ 和 COD 浓度下降最快, 灭过菌的最慢, 空白居中, 这说明灭菌和未灭菌的煤灰对生物氧化反应的速度有显著影响。反应的初始阶段, 在未灭菌煤灰的反应液中, 细菌的增长速度快得多。

表 1 灭菌和未灭菌煤灰实验结果

反应时间 (hr)	样品类型	COD (mg/l)	BOD ₅ (mg/l)	细菌总数 ($\times 10^4$ 个/ ml)
0	空 白	573.0	420.0	1437
	未灭菌	597.0	428.0	10410
	灭 菌	499.4	389.5	2280
4	空 白	427.9	292.2	233.5
	未灭菌	405.1	303.0	19509
	灭 菌	449.9	340.2	6820
8	空 白	414.3	254.1	5652
	未灭菌	276.7	153.1	49700
	灭 菌	402.2	252.5	10245
12	空 白	410.4	172.7	4409
	未灭菌	245.1	52.9	77690
	灭 菌	377.0	205.2	74570
16	空 白	321.9	138.8	2312
	未灭菌	239.0	41.8	61130
	灭 菌	343.2	173.2	56200
20	空 白	199.0	133.5	2396
	未灭菌	221.6	37.5	55860
	灭 菌	359.6	119.2	55240

(三) 不同煤灰含量的影响实验

实验方法同上, 只是煤灰未经灭菌。实验结果见图 1、2 和 3。

为了证实细菌在衰减期的自溶现象对 COD 测定结果的影响, 用直接镜检法测定了反应最后阶段活细菌数和细菌总数, 并求出死菌数。用重量法测定出每个干细菌的重量大约是 9×10^{-13} 毫克。反应最后阶段死菌对溶液中含碳量的贡献对于反应器 1、2、3、4 和 5 分别为 0.8、1.3、1.35、2.9 和 2.8 毫克碳/升溶液。

一般细菌细胞的经验分子式是 $C_5H_7NO_2$, 其中碳量大约为 50% 左右, 细菌死亡之后产

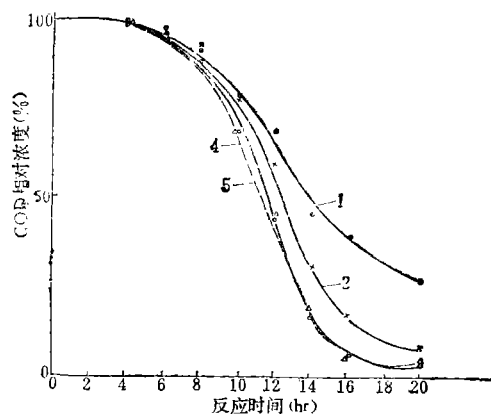


图 1 不同煤灰含量河水中 COD 相对值随时间的变化

1——不含煤灰 2——含煤灰 0.18g/l
4——含煤灰 0.88g/l 5——含煤灰 1.33g/l

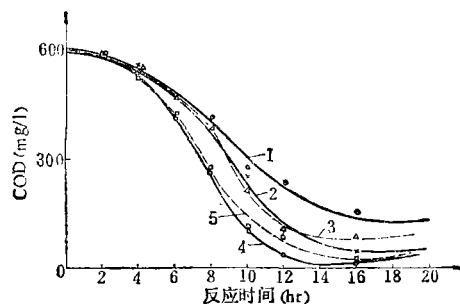


图 2 COD 浓度随反应时间变化曲线

1——空白 2——含 0.18g/l 煤灰 3——含 0.44g/l 煤灰
4——含 0.88g/l 煤灰 5——含 1.33g/l 煤灰

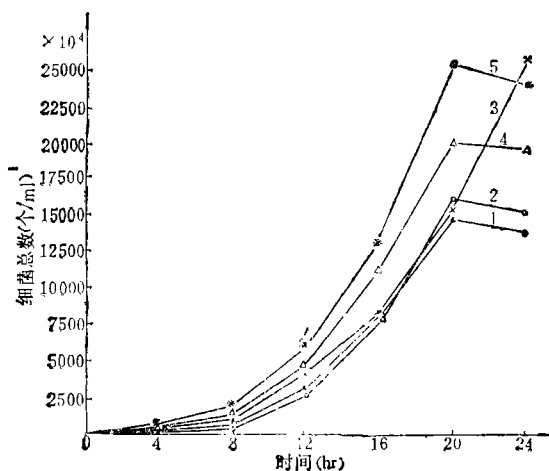


图 3 不同含量煤灰对细菌数量的影响

1——无煤灰 2——1g 湿煤灰 3——2.5g 湿煤
灰 4——5.0g 湿煤灰 5——7.5g 湿煤灰

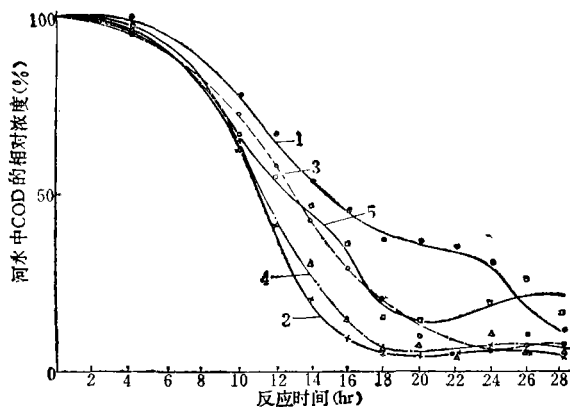


图 4 含有不同颗粒度煤灰的河水中 COD 浓度随时间的变化

- 1——空白
- 2——0.9—0.45mm 煤灰(平均 0.68mm)
- 3——0.3—0.2mm 煤灰(平均 0.25mm);
- 4——0.125—0.105mm 煤灰(平均 0.115mm);
- 5——0.088—0.076mm 煤灰(平均 0.082mm)

生自溶并增加反应液中可溶性 COD 值。

(四) 不同煤灰粒度的影响

所用煤灰的物理特征示于表 2。称取四种不同粒度的干煤灰各 10 克,分别装入四个五升的烧杯内,然后放入 4 升河水和 30 毫升基质溶液,驯化 42 小时,分别过滤,将所有滤液收集到一起混合,将附于滤纸上的滤渣分别用滤纸吸干,用同前的方法做不同煤灰粒度的响应实验,结果见图 4。

表 2 煤灰的物理特征

粒度范围 (mm)	重量(克)	每种粒度所占百分数(%)
>0.9	12.0	4.1
0.9~0.45	24.2	8.3
0.45~0.3	43.0	14.7
0.3~0.2	82.5	28.3
0.15~0.125	40.0	13.7
0.125~0.105	37.0	12.7
0.105~0.097	3.0	1.0
0.097~0.088	6.2	2.1
0.088~0.076	44.0	15.1
混合煤灰	291.0	100

讨 论

一、在最佳的细菌生长条件下,对任何

给定的有机物,被氧化的比例以及转化成细菌细胞的比例是恒定的,并同氧化期间释放的自由能有关。细菌的生长速度遵守一级动力学规律,即

$$B = B_0 e^{\hat{\mu} t} \quad (1)$$

式中 B 是时间 t 时细菌数, B_0 是反应开始时细菌数, $\hat{\mu}$ 是细菌的最大生长速度。利用回归计算出在不同煤灰含量下的 $\hat{\mu}$ 和 B_0 。见表 3。

二、从实验结果,我们假定在煤灰存在时,河水中的生物氧化反应仍遵守一级动力学公式:

$$L = L_0 e^{-Kt} \quad (2)$$

$$L' = L'_0 e^{-K't} \quad (3)$$

上两式中, L 和 L_0 分别是时间 t 和时间零时 COD 值 (mg/l), K 是反应速度常数,(2)式描述无煤灰的反应,(3)式描述有煤灰的反应。

表 3 计算 $\hat{\mu}$, B_0 , k' 和测定 k'

反应值	煤灰含量 (g/l)				
	0.00	0.18	0.44	0.88	1.33
反应时间 t (小时)	10	10	10	10	10
初始 COD (mg/l)	516	480	458	519	511
COD (mg/l)	153	61	93	11	18
测定 k' (1/小时)	0.130	0.230	0.189	0.430	0.370
计算 k' (1/小时)	0.130	0.215	0.168	0.394	0.343
$\hat{\mu}$ (1/小时)	0.267	0.294	0.242	0.268	0.259
B_0 (个/ml)	935916	606624	1629379	1381622	1878181

将(2)式除以(3)式,为

$$\frac{LL'_0}{L'L_0} = e^{(K'-K)t} \quad (4)$$

(4)式两边取对数,整理后则为

$$K' = K + \frac{1}{t} \ln \frac{LL'_0}{L'L_0} \quad (5)$$

只要通过实验和监测求出 t , L_0 , L'_0 , K 以及与时间 t 相应的 L 和 L' , 就可以用 (5) 式由

无煤灰时的 K 值来计算有煤灰时的 K' 。表 3 给出用(5)式计算的和直接测定的 K' 值。结果表明两者基本上是一致的, 这说明我们的假设是成立的。

三、在实验中发现, 河水中有机的生物氧化是同有机物与细菌接触机会有关。细菌附着在煤灰表面, 从而增加了细菌与有机物接触机会并增加氧化反应速度。

四、本实验结果表明, 广西桂林的煤灰, 在适当的粒度范围内, 有可能在活性污泥处

理生活污水中作为一个介质而加以应用。

参 考 文 献

- [1] Domogalla, B. P. et al.; *Jour. Amer. Water Works, ASSA*, 15, 365 (1926).
- [2] Seppanen, H., *Ann Bot. Fenn.*, 7, 58 (1970).
- [3] Chen, R. L. et al., *Jour. Environ. Qual.*, 1, 151 (1972).
- [4] Niewolake, S., *Poll. Arch. Hydrobiol.*, 17, 509 (1970).
- [5] 徐云麟, 环境科学, 1(1), 5 (1980).

温度对污泥增长量的影响

李至时 穆瑞林 毛若琳

(吉林市城建公用局) (长春给排水设计院)

一、概 述

在研究活性污泥法低温生化处理污水的过程中, 不仅要研究温度对有机物降解规律的影响, 还应着重研究温度对污泥增长量的影响。因为微生物细胞的增殖和内源代谢是生化处理的核心。它不仅关系到处理效果和正常地控制运转条件, 而且也决定着二次沉淀池的设计及污泥的处理量等问题。

我国北方的寒冷地区, 年气温温差大, 曝气池的水温变化也较大。在设计污水生化处理系统时, 如何考虑温度对污泥增长的影响, 乃是目前尚待研究的问题。我们曾做过污水低温生化处理和温度对活性污泥中脱氢酶活力影响的研究, 近又用吉林市区北部污水做了不同温度下污泥增长的试验。

二、试验方法和装置

试验采用活性污泥法完全混合式曝气系统。曝气池为直径 $D = 100$ 毫米, 高 $H =$

1000 毫米的有机玻璃管, 其有效容积 14 升。二次沉淀池为 8 升。用电接点温度计和电子

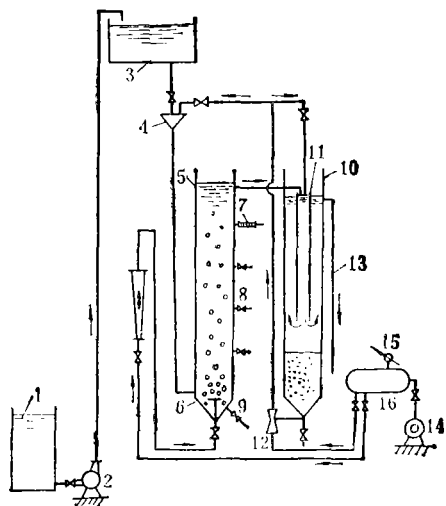


图 1 试验装置工艺流程图

- 1—配水箱 2—水泵 3—高位水箱 4—漏斗 5—曝气管 6—曝气头 7—温度计 8—取样管 9—放空管 10—沉淀管 11—中心管 12—提升器 13—出水管 14—空压机 15—压力表 16—贮气罐