

图 4 温度对脱氢酶活力的影响

b 值随温度增高而增加。在微生物酶不受变性影响的范围内，温度上升微生物活动能力旺盛，使生化反应速度加快。污水生化处理一般是把细菌生长率控制在稳定相或下降段，此时水中营养物（有机质）很低，因此，温度升高使内源呼吸作用增强。温度对 b 值的影响可通过 Arrhenius 公式的修正式 $b_2 = b_1 \theta^{T_2 - T_1}$ 反映。 b 值与温度的关系见图 5。

污泥增长量是微生物细胞合成和自身氧化两种生物过程的综合。试验表明，污泥增长受有机负荷 (F:M) 影响较大。当 F:M 较低 (图 3 中 $\frac{\Sigma L_r}{S_0} < 0.20$) 时，由于细胞合

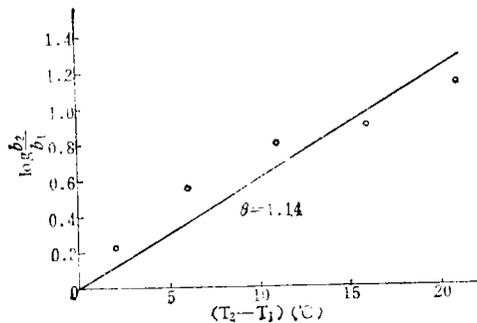


图 5 b 值与温度 T 变化回归曲线

成能力较低，加之温度高又比温度低自身氧化能力强，因此，温度低的污泥增殖率大于温度高的污泥增殖率。当 F:M 较高时，温度高比温度低污泥增殖率大，其中 15°C 和 20°C 时的增殖率最大。此时，低于 15°C 和 20°C 的污泥增长量随温度的降低而减少，高于 20°C 的污泥增长量随温度的增高而降低。如 $\frac{\Sigma L_r}{S_0} = 0.65$ 时，25°C 和 4°C 时的污泥增殖率几乎相等。所以，在研究污泥增长量的时候，除重点考察温度的影响外，还应考虑有机负荷、水质、泥龄、充氧情况、工艺条件等客观因素。

参 考 文 献

[1] Friedman A. A. and E. D. Schroeder. *JWPCF*, 44, 7, 1433(1972).
 [2] 净水译, 给水排水, 2, 34(1980).
 [3] 王增愉译, 给水排水, 6, 31(1979).

覆盖法治理蓟运河含汞底泥

许 坤 孙景芳 彭 安

(中国科学院环境化学研究所)

蓟运河天津化工厂河段，由于受氯碱工业含汞盐泥的污染，汞含量高且集中，本文研

究了当地无汞河泥和十二烷基硫醇（简称为 RSH）两种覆盖剂，后者与汞生成难溶络合物

RS-Hg-SR. 考察了它们的覆盖效率、毒性及稳定性等,找出了最佳条件。

实 验 过 程

材料与器皿 含汞底泥,1981年取自蓟运河天化旧排污口东侧。上表层底泥含汞82ppm(干基,下同),含水率57.3%,下表层底泥含汞72ppm,含水率52%。

无汞河泥,1981年取自天化河段西河滩,含汞0.04ppm。

十二烷基硫酸醇为天津市化学试剂二厂产品,实验试剂含量98.0%。其他试剂均为分析纯。实验在φ30×20厘米鱼缸内进行。

1. 无汞河泥覆盖实验 为了模拟天化口水体情况,分上、下层在取样点取泥(见表

1)。上表层含汞底泥深1—2厘米,下表层2—4厘米,分别盛于搪瓷盘迅速送回实验室,以保存微生物及底栖动物。于鱼缸内先放入下表层泥,再铺上上表层泥。无汞河泥加水调成含水47%的泥浆,盖在上表层泥之上。加入蒸馏水,用NaCl、NaOH调节水中[Cl⁻]为10⁻²M,pH为8.3,近似于天化口水体条件。定期测量水中汞含量。

2. RSH覆盖实验 在0—VI号中(见表2),含汞底泥添加HgCl₂溶液搅匀,调至总含汞量395ppm,以求更好地考察RSH的覆盖效率。VII、VIII号采用无汞河泥,用水调成稠泥浆,加入CH₃HgCl搅匀,使之含CH₃Hg⁺54ppm,以考察RSH对甲基汞的作用。RSH配成氯仿溶液,广口瓶中装晒干的

表 1 实验条件(无汞河泥)

缸号	上表层泥		下表层泥		覆盖泥厚 (cm)	Cl ⁻ 浓度 (×10 ⁻² M)	pH	水量 (l)	流动状态
	厚度 (cm)	含汞量 (ppm)	厚度 (cm)	含汞量 (ppm)					
0	1	82	2	72	0	8.5	8.25	7.5	不流动
1	1	82	2	72	0.5	6.0	8.21	7.5	不流动
2	1	82	2	72	1.0	4.1	8.22	7.5	不流动
3	1	82	2	72	1.5	3.4	8.21	7.5	不流动
4	1	82	2	72	2.0	3.3	8.30	7.5	不流动
5	1	82	2	72	3.0	2.0	8.23	7.5	不流动
6	1	82	2	72	5.0	1.7	8.20	7.5	不流动
7	1	82	2	72	3.0	3.6	8.30	30	循环流动18升/天

表 2 实验条件 (RSH)

缸号	含 汞 底 泥			RSH 用量(固定在 707ml 砂上)(mg)	砂厚 (cm)	水量 (l)	鱼数 (尾)
	厚度 (cm)	含汞量 (ppm)	汞的主要形态				
0	3	395(以 Hg 计)	HgCl ₂	0	0	8	5
I	3	395	HgCl ₂	0.202	1	8	5
II	3	395	HgCl ₂	1.01	1	8	10
III	3	395	HgCl ₂	2.02	1	8	5
IV	3	395	HgCl ₂	10.1	1	8	5
V	3	395	HgCl ₂	20.2	1	8	5
VI	3	395	HgCl ₂	202	1	8	5
VII	1.6	54(以 CH ₃ Hg ⁺ 计)	CH ₃ HgCl	0	0	8	5
VIII	1.6	54	CH ₃ HgCl	2.02	1	8	5

清洁砂子 707 毫升,加入约 15 毫升硫醇的氯仿溶液,上塞摇匀. 倒出晾 1 小时. 氯仿挥发后的砂子铺在含汞底泥上. 加入蒸馏水,定期分析水中含汞量,26 天后投入小鲤鱼,6 天后取出鱼并分析全鱼汞含量.

结果与讨论

1. 覆盖效率

(1) 无汞河泥 以不同厚度的无汞河泥覆盖之后,水中汞含量的变化示于图 1. 从图中可见,没有覆盖时水中汞含量远远超过有覆盖的场合;5 厘米厚的无汞河泥覆盖效果最佳,20 天后水中汞含量就下降到零,覆盖泥汞含量不变,无向上迁移现象;水流动的试验表明与静止的实验结果相当.

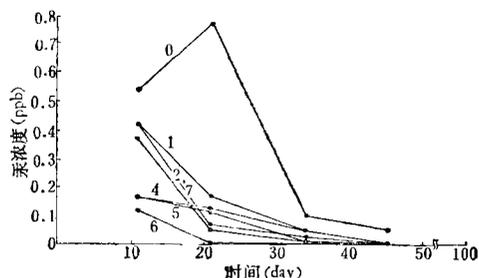


图 1 无汞河泥覆盖后缸水中汞含量随时间变化

0—无覆盖 1—0.5cm 泥 2—1.0cm 泥
3—1.5cm 泥 4—2.0cm 泥 5—3.0cm 泥
6—5.0cm 泥 7—3.0cm 泥, 流动

²⁰³Hg 研究表明,无汞河泥对汞的吸附量为 0.4 毫克/克, <200 目占 67.8%, 这部分对汞的吸附率达 95%.

(2) RSH 定期测定缸水中汞含量(图 2),最后测定鱼中汞含量(图 3). 由图可见, RSH 强烈络合汞;效果最好的 RSH 用量是 202 毫克/707 厘米²,水和鱼中汞含量都达到最低值;对于甲基汞来说,底泥对它的固定能力差,导致水中的汞浓度出乎意料地高,不过鱼对甲基汞的吸收却不严重.

Hg²⁺、CH₃Hg⁺ 是软酸, RS⁻ 是软碱,二者能生成稳定的不溶于水的线型络合物:

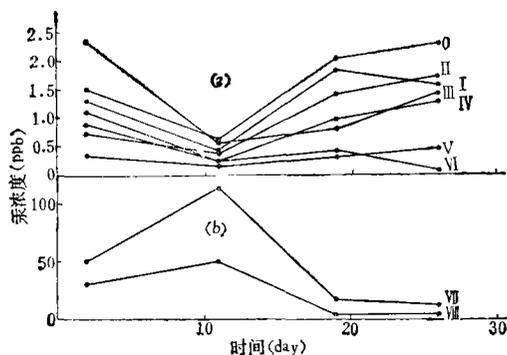


图 2 RSH 覆盖后缸水中汞浓度随时间变化

(a)——底泥中汞的主要形态为 HgCl₂, (b)——底泥中汞的主要形态为 CH₃HgCl 0——无覆盖 I——0.2 mg RSH II——1.0mg RSH III——2.0mg RSH IV——10.1mg RSH V——20.2mg RSH VI——202mg RSH VII——无覆盖 VIII——2.0mg RSH

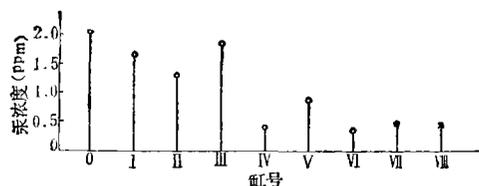


图 3 RSH 覆盖后全鱼中汞含量

○——HgCl₂ 为底泥中汞的主要形态
×——CH₃HgCl 为底泥中汞的主要形态



(半胱胺酸与汞的络合物 (RS)₂Hg 的 K_{sp} ≈ 10⁻⁴⁰)

2. 毒性与稳定性

通过鱼缸实验,考察了十二烷基硫醇以及氯仿、硫醇等对鱼的毒性. 结果表明,四天内,42.7 毫克/分米²的(RS)₂Hg(固定在砂子上),使鱼的死亡率高达 75%. 死鱼体外有大量粘液,可能是脂溶性的巯基汞穿透细胞壁与更活泼的巯基结合而致死. 其他物质对鱼没有明显毒性.

另外考察了巯基汞对日照、紫外线及热的稳定性. 结果表明,它对日照稳定,但在强紫外线及加热情况下,分解为 S、HgS 以及易挥发的四十四烷.

表 3 四种覆盖剂的比较

覆 盖 剂		砂	FeS	无汞底泥	RSH	
用 量		3cm 厚	1mm FeS + 1cm 砂	5cm 厚	28.6mg/dm ²	
底泥汞含量 (ppm)		685	685	75	395	
缸 水	覆盖时间		30天	30天	30天	26天
	汞浓度 (ppb)	无覆盖	1.40	1.4	0.30	2.27
		覆盖	0.32	0.24	0.00	0.08
	覆盖效率*(%)		77.1	82.9	100	96.5
鱼	覆盖时间		30天	30天	—	5.5天
	汞浓度 (ppm)	无覆盖	4.4	4.4	—	2.05
		覆盖	2.8	0.4	—	0.44
	覆盖效率*(%)		36.4	90.9	—	90.5
毒 性		无	无	无	有	
稳 定 性		稳 定	部分水解	稳 定	稳 定	
来源及经济		外 运	化工产品, 须磨细	现场可取	化工产品, 贵	

* 覆盖效率 = $(C_{\text{无覆盖}} - C_{\text{覆盖}}) \times 100\% \div C_{\text{无覆盖}}$
 C——水或鱼中汞浓度

结 论

四种覆盖剂在最佳用量条件下, 它们的覆盖效率、毒性以及稳定性列于表 3。通过本研究工作, 可以得出下面结论:

1. 适量的覆盖剂能有效地控制汞从含汞

底泥向水层释放。无论是作为吸附剂的砂泥, 还是作为络合剂的 FeS, RSH 都能有效地降低水、鱼中的汞含量, 效率约 70—90%。并且能抑制底泥中有机污染物的释放。

2. 5 厘米厚的无汞河泥是比较经济有效的覆盖层。

热解 2-氨基吡啶硫酸盐法测定
大气颗粒物中的硫酸盐

沈 济 殷兴军 宋文质 苏维瀚

(中国科学院环境化学研究所)

大气中的二氧化硫可经过多种途径氧化成二次污染物——硫酸雾、硫酸盐。后者造成的污染比前者要严重得多。因此, 分析测定大气颗粒物中的硫酸盐对研究空气污染是

很重要的。

自从 W. I. Stephen 用 2-氨基吡啶氢溴酸盐作硫酸根的比浊试剂以来^[1], 受到许多分析工作者的重视, 认为是目前最佳的测定硫