

好氧塘有机物去除的影响因素

刘东方

林荣忱

(天津市环保局) (天津大学)

摘要 影响好氧塘有机物去除效果的主要因素有有机物去除速度常数; 进水有机物浓度, 可利用的溶解氧量; 藻类浓度等。好氧塘的设计和运行应充分考虑到季节的影响。为使好氧塘内藻类浓度保持在一定范围, 在什么时候应该采用适当的方法防止池内浮游动物增长过快。

好氧塘是稳定塘的一种, 它的特点是阳光能透射到塘底, 藻类利用光能进行光合作用放出氧气, 细菌利用这些氧气氧化分解有机物。随着好氧塘日益广泛地用来处理各种污水, 迫切要求搞清各种因素对好氧塘有机物去除的影响。

一、中试简介

基地位于华北地区沧州市郊, 处理的原污水由城市污水和工业废水混合而成。污水经过厌氧塘、兼性塘处理之后, 再进入好氧塘系统。好氧塘系统由三级好氧塘串联而成, 系统采用穿孔管形式进水和出水, 好氧塘之间采用两个方孔连接。本文研究的是串联在兼性塘之后的好氧塘。

二、好氧塘有机物的去除原理及影响因素

好氧塘内的细菌利用藻类光合作用放出的氧气对有机物进行氧化分解。好氧塘有机物的去除基本上符合一级反应动力学, 动力学公式如下所示。

$$-\frac{dc}{dt} = kxc \quad \dots\dots (1)$$

式中:

c: 好氧塘内有机物浓度, mg/L;

t: 停留时间, d;

k: 有机物去除速度常数, 1/mg.d;

x: 塘内生物固体浓度, mg/L。

在同一个月份里生物固体浓度不变, 式(1)可变成:

$$-\frac{dc}{dt} = K \quad \dots\dots (2)$$

其中, $K = Kc$ 对式(2)积分得:

$$\ln \left(\frac{c_0}{c} \right) = Kt \quad \dots\dots (3)$$

式中 c_0 : 好氧塘有机物进水浓度。

由上面的论述及公式(2), (3)中可以看出, 影响好氧塘有机物去除效果的主要因素有: 有机物去除速度常数; 进水有机物浓度; 塘内细菌可以利用的溶解氧量; 藻类浓度等。

(一) 不同月份对有机物去除常数的影响

好氧塘的去除效果在不同月份有很大差别, 这主要反映在对BOD₅去除速度常数的影响上。根据中试结果, 单级好氧塘BOD₅的去除基本符合一级反应动力学。利用好氧塘一年中试的运行数据, 计算出在不同月份、不同温度下的BOD₅的一级去除速度常数, 结果见表1。

表 1 不同月份的BOD₅去除速度常数

月 份	1	2	3	4	5	6
水温(℃)	3.4	7.2	15.7	20.5	24.8	
速度常数K (1/d)	0.28	0.05	0.26	0.34	0.12	0.33
月 份	7	8	9	10	11	12
水温(℃)	27.6	28.7	23.2	8.4	7.6	2.9
速度常数K (1/d)	0.31	0.14	0.17	0.22	0.17	0.10

根据表1做出月份与 BOD_5 去除速度常数之间对应关系曲线见图1。

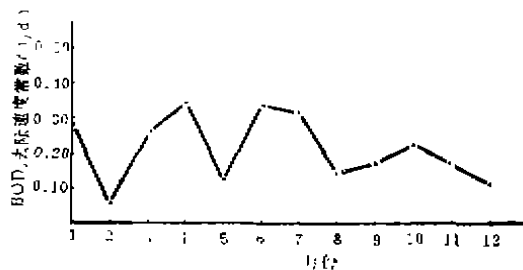


图1 不同月份的 BOD_5 去除速度常数

从表1和图1可以看出，春夏两季好氧塘去除效果最好，秋季冬季较差，5月份数值异常可能是由于春季翻塘引起的。由于实际当中利用好氧塘处理污水的情况很复杂，我们建议实际工程的设计参数通过实验和调研，多方面考虑来确定。

(二) 不同月份的出水悬浮物浓度SS

出水悬浮物浓度SS是决定好氧塘处理效果好坏的一个重要指标。好氧塘中的SS随不同的季节呈现一定的变化规律，中试结果如图2所示。

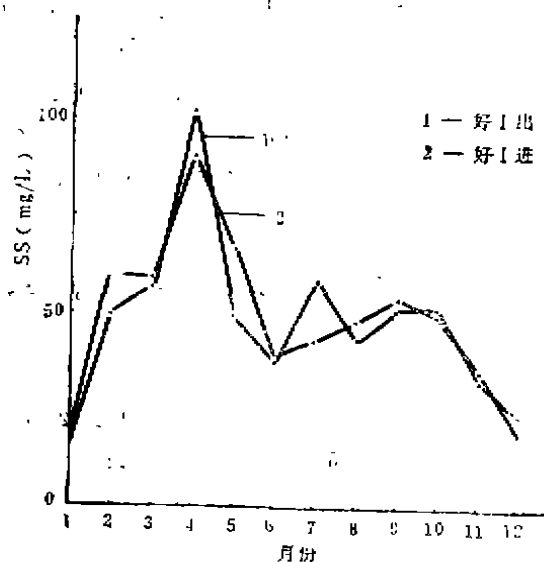


图2 好氧塘进出水悬浮物浓度

由图2可以看出，除4月份外，其它月份

SS基本上在60mg/L以下，好氧塘出水SS满足要求。4月份SS明显升高，这主要是由于4月份藻类的生长旺盛，藻类浓度过高引起的。

(三) 进水 BOD_5 值与 BOD_5 去除率

好氧塘对 BOD_5 的去除率是好氧塘设计和运行中的一个重要参数。这个参数不是固定不变的，在一定的气候条件下，它与进水 BOD_5 值呈直线关系，中试结果如图3，图4所示。

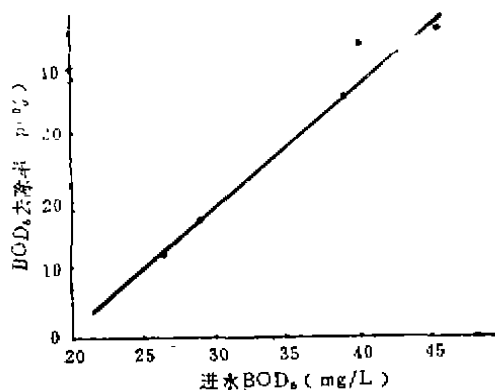


图3 春季进水 BOD_5 与去除率P

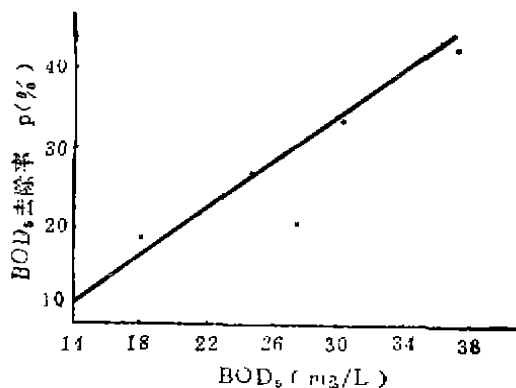


图4 夏季进水 BOD_5 与去除率P

通过对数据的回归，得到了两条在不同季节的关于进水 BOD_5 与其去除率P之间关系的回归直线方程。

春季：

$$\text{去除率 } P = -0.3726 + 0.0093 BOD_5$$

..... (4)

回归关数 $r = 0.98$

夏季:

去除率 $P = 0.09974 + 0.01459 \text{BOD}_5$
..... (5)

回归系数 $r = 0.87$

图3、图4、式4、式5都表明,如要确定一个季节的好氧塘对 BOD_5 的去除率都必须同时考虑季节和进水 BOD_5 值两个因素。对于接纳兼性塘出水的好氧塘,当进水 BOD_5 值在50%~70%范围内,好氧塘的 BOD_5 去除率在30%~50%之间,如进水 BOD_5 值提高,去除率也可适当提高。

(四) 溶解氧

好氧塘的最大特点就是整个塘深溶解氧都保持大于零,细菌可以充分利用这些溶解氧对塘内有机物氧化分解。好氧塘中好氧菌在有机物降解中起主要作用,因此溶解氧的变化对有机物的去除有直接影响。影响好氧塘中溶解氧大小的主要因素是阳光辐射强度的变化,另外风力搅拌对溶解氧也有一定影响。为了研究溶解氧的变化,在试验现场对三级串联好氧塘做了48h溶解氧连续测定,测定过程中水温保持在7~9℃之间。

根据测定结果,做出好氧塘中溶解氧的昼夜变化曲线。结果见图5。

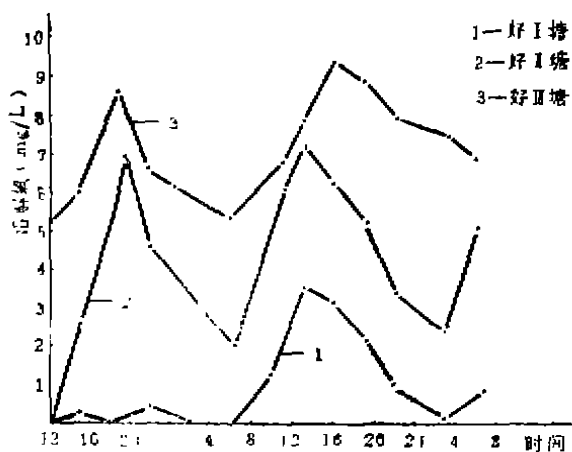


图5 好氧塘中溶解氧的昼夜变化

图5表明好氧塘中的溶解氧变化是有一定规律的,白天溶解氧升高,夜间下降。另外还可以看出,在相同的运行条件下,后级塘中的溶解氧明显高于前级塘。

风力搅拌与溶解氧关系的试验数据见表2。

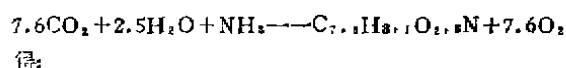
表2 好I塘风与溶解氧的关系(5月)

项目	11日	21日	9日	23日	1日	13日
平均风速 (m/s)	0.6	1.5	3.0	6.9	2.5	6.4
溶解氧 (mg/L)	0	0.44	0.71	3.45	2.00	0.54
风向 (°)	150	60	90	90	210	300

由表2可以看出风力搅拌与溶解氧的大小有着非常密切的关系,不仅风力的大小直接影响到溶解氧的大小,风向也会影响到溶解氧的大小。由于这种影响与很多实际因素有关,因此很难得出一个能准确地表明这种影响的关系式。

(五) 藻类

藻类在好氧塘中起着非常大的作用。藻类的多少,直接影响到好氧塘中溶解氧的大小。根据藻类光合作用反应式:



得:

$$\frac{[\text{释放出的氧量}]}{[\text{藻类产量}]} = \frac{7.6 \times \text{O}_2 \text{ 的分子量}}{\text{C}_{7.6}\text{H}_{12.1}\text{O}_{4.1}\text{N 的分子量}} = 1.6$$

即生产1mg藻类能释放出1.6mg的氧。

由于叶绿素a约占藻类细胞重量的2%,因此通过叶绿素a的变化曲线就可以直接观测到好氧塘中的藻类的变化情况,测定结果见图6。

通过图可以看出藻类数量从冬季到春季逐渐增多,到四月份达到最大值,自6月份以后又明显减小。现场观察到6月份之后出现了大量鱼虫,由于大量鱼虫以藻类为食,致使藻类数量大大减少。因藻类的数量直接影响到好氧塘的处理效果,所以实际运行当中应该

经常观测藻类的生长情况。

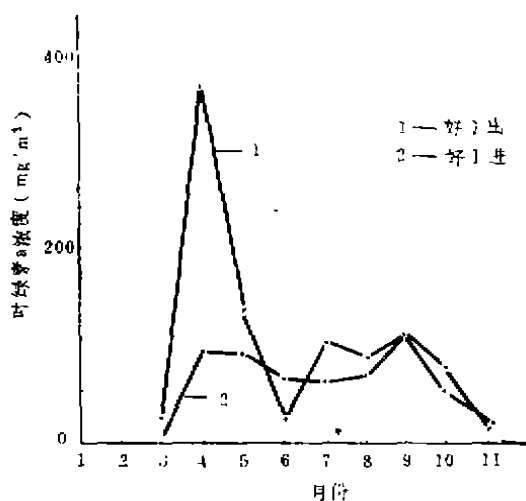


图6 好氧塘进出水叶绿素a

三、讨论与建议

1. 由于好氧塘有机物和SS的去除随季

(上接第13页)

的相关性,因此,这种酶似乎可以作为一种生化指标来检测氯酚对作物苗期的毒害,同时,通过分析植物体内的POD的变化,鉴别出作物对氯酚的抗性,这样,可以为生产上选择出抗氯酚毒害的作物品种提供理论依据。

PPO同工酶是一种对氯酚毒害不敏感的酶,除玉米经氯酚处理后根系中PPO同工酶谱带有所减少外,其余4种作物根系中的PPO同工酶均保持不变,这种结果与文献⁽¹⁾用苯酚处理四种蔬菜种子后引起根系中PPO减少的结果不相一致,也许植物体内的PPO对苯酚和氯酚这两种不同类型的酚反应不同,因此,从我们的实验结果看,PPO或许不能作为一种生化指标来检测作物受氯酚毒害的程度。

3. 除芥菜对2,4-二氯酚反应不敏感以外,其余4种作物对氯酚的反应十分明显,

节变化较大,因此好氧塘的设计和运行应充分考虑到季节的影响。建议在不同季节采用不同的设计参数。

2. 由于好氧塘BOD₅的去除率与进水BOD₅有直接关系,因此利用一固定的BOD₅去除率进行好氧设计是不合理的。我们认为利用进水BOD₅负荷值设计好氧塘更为合理。

3. 为了使好氧塘藻类浓度保持在一定的范围内,在一定时候应该采用适当的方法,防止塘内浮游动物增长过快。

参考文献

- (1) 秦麟源, 废水生物处理 (第一版), 同济大学出版社, 286~305 (1989)。
- (2) 杜一民, 环境科学与技术 (氧化塘专刊), (2), 1~9 (1985)。
- (3) Oswald, W. J. et al. ASCE, 122, 73 (1957)。

如40ppm的氯酚溶液已可使4种作物的根系及幼苗生长产生抑制效应,而在60ppm下这种抑制效应已十分明显,以后随着氯酚浓度的增加这种抑制效应加强,所以郊区农民用含氯酚城市污水灌溉作物时似乎应严格控制在对作物的生长不产生严重抑制的浓度下,从我们的实验所得结果看这个浓度以40ppm以下为宜。但应该指出,用含氯酚城市污水浇灌作物后,毒物可在作物体内累积、土壤富集及降解等现象,因此,制定城市含氯酚污水的灌溉标准尚需综合考虑。

参考文献

- (1) 彭永康等, 环境科学学报, 10 (3), 129~134 (1990)。
- (2) Davis, B. J. et al., Acad. Sci., 121, 404~427 (1990)。
- (3) Siciliano, M. J. et al., Chromatographic and Electrophoretic Techniques, London, 185~209 (1976)。