

乙酸盐对废水生物脱氮除磷影响的研究

周岳溪

(中国环境科学研究院, 北京 100012)

摘要 考察了乙酸盐(钠)含量对循序间歇式废水生物脱氮除磷工艺的氮、磷去除效果及污泥沉降性能的影响。试验结果表明,废水中乙酸盐(钠)含量对 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 、 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 去除效果的影响较 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 的明显。随着乙酸盐(钠)浓度的增加, $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 及 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 的去除率相应提高。乙酸盐(钠)的最低起始浓度为 125mg/L,但超过 215mg/L 后,便产生污泥膨胀现象。

关键词 废水处理,生物脱氮除磷,污泥沉降性,乙酸盐。

废水生物脱氮除磷工艺是一项高效低耗的废水处理技术。它在有效地去除废水中有机污染物的同时,能进行脱氮除磷,从而达到多重目标。因此,受到了人们普遍重视,相继出现了不同的处理流程^[1]。机理研究方面,目前已基本弄清了生物脱氮原理,但除磷机理研究尚处于初始阶段,许多问题仍未解决。笔者在国内、外已有工作的基础上,较系统地研究了循序间歇式生物脱氮除磷工艺^[2],考察了该工艺运行过程中的活性污泥微生物组成^[3],优势菌的磷代谢特性^[4],微生物细胞内的聚合磷酸盐与聚- β -羟基丁酸盐的代谢关系^[5],以及聚合磷酸盐与废水中乙酸盐的变化之间的关系等^[6]。

本文的目的是,在上述工作的基础上,考察废水中乙酸盐含量对循序间歇式生物脱氮除磷工艺运行效果的影响特点,为实际操作提供依据。

1 试验材料与方法

1.1 试验装置

本研究是在循序间歇式生物脱氮除磷处理工艺试验的基础上进行的。其装置详情参见文献^[2]。试验装置按标准时序稳定运行了 51d,处理人工配水(葡萄糖为碳源,投加小量氮、磷,进水 TOC、TP、TN 分别为:160、8—18、20—25mg/L,相应去除率为 90%、95%及 80%—85%以上)。

本试验于锥形瓶内进行。通过充入 N_2 实现厌氧状态,充入空气维持好氧状态(如图 1 所

示)。试验用水除葡萄糖更换成乙酸钠外,其余成分与工艺试验用水相同(pH6.8—7.2)。

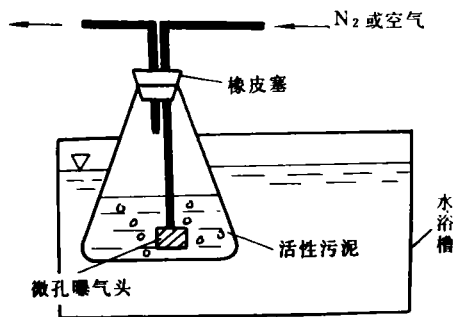


图 1 静态试验示意图

1.2 试验方法

试验时,首先从处于稳定运行期的工艺试验装置内取活性污泥(450ml 左右)离心,弃去上清液,换成相同容积的静态试验用水,混匀。然后,按标准时序,对锥形瓶内的活性污泥进行厌氧、好氧处理。测定厌氧结束、沉淀完毕时,锥形瓶内的无机磷酸盐、氨氮、 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 等浓度,以及污泥的沉降性能指标 MLSS 及 SV 等的值。

试验温度为 30℃(恒温水浴控制)。

1.3 分析项目及方法

乙酸钠浓度:气相色谱法(仪器型号:GC-9A 日本岛津);

磷酸盐浓度:钼锑抗分光光度法^[7];

氨氮浓度:纳氏试剂分光光度法^[7];

$\text{NO}_3^-\text{-N}$ 浓度:酚二磺酸分光光度法^[7];

1993 年 5 月 15 日收到修改稿

MLSS:重量法^[7];
SV:标准法^[7]。

2 试验结果与讨论

2.1 乙酸盐对除磷效果的影响

按上节叙述的方法,测得乙酸盐(钠)初始浓度与无机磷酸盐之间的变化关系如图 2、3 所示。

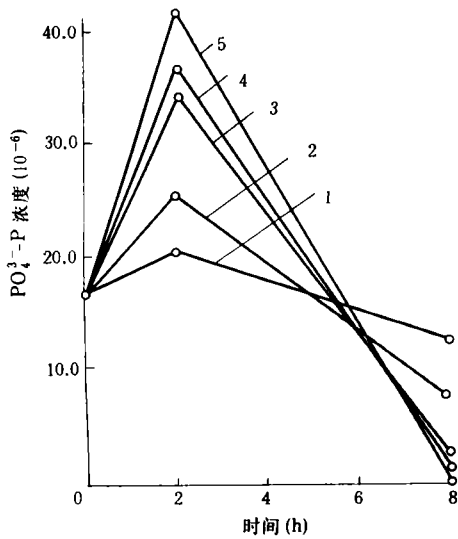


图 2 乙酸盐初始浓度与无机磷酸盐之间的变化关系 (MLSS=4.60g/L)

1. $A\bar{c}_{,0}=0$ 2. $A\bar{c}_{,0}=75\times10^{-6}$
3. $A\bar{c}_{,0}=125\times10^{-6}$ 4. $A\bar{c}_{,0}=175\times10^{-6}$

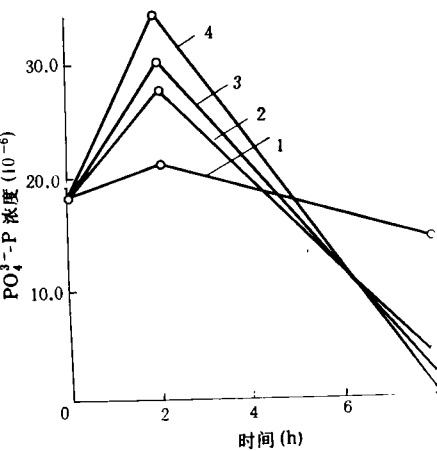


图 3 乙酸盐初始浓度与无机磷酸盐浓度之间的变化关系 (MLSS=4.67g/L)

1. $A\bar{c}_{,0}=0$ 2. $A\bar{c}_{,0}=75\times10^{-6}$ 3. $A\bar{c}_{,0}=125\times10^{-6}$
4. $A\bar{c}_{,0}=175\times10^{-6}$ 5. $A\bar{c}_{,0}=210\times10^{-6}$

另外,当乙酸盐(钠)的初始浓度增加到 215×10^{-6} 时,两组污泥均产生膨胀现象。测得: MLSS=4.60g/L 时,SV=93.5%,SVI=203ml/g; MLSS=4.67g/L 时,SV=94%,SVI=201ml/g。

上述试验结果表明,水中的乙酸盐(钠)含量对活性污泥的除磷效果的影响很大。随着 $A\bar{c}_{,0}$ 初始浓度 ($A\bar{c}_{,0}$) 的提高,活性污泥的除磷效果不断改善。由于除磷菌于厌氧状态下需要摄取乙酸盐,在胞内形成聚- β -羟基丁酸盐 (PHB) 内含物,为后续好氧阶段过量摄磷贮存能量;同时降解胞内原有的聚磷酸盐 (poly P) 为无机磷酸盐释放到细胞外。另外,在稳定运行期,活性污泥菌群体系中除磷菌代谢能力强、数量多且相对稳定。因此,对乙酸盐(钠)的需要量存在一个最低值。由试验结果可知,循序间歇式废水生物脱氮除磷工艺试验装置内的活性污泥对乙酸盐(钠)的最低需求量为 125×10^{-6} 。超过此值后,乙酸盐含量增加对除磷效果的影响较小。

由于离心后的沉降污泥中仍含有部分可供除磷菌代谢所需的有机碳源,从而即使静态试验用水中未投加乙酸盐(钠),但活性污泥仍具有一定的除磷能力。在本试验中,这种有机物的作用比 $A\bar{c}_{,0}=75\times10^{-6}$ 的小。

2.2 乙酸盐对脱氮效果的影响

乙酸盐(钠)初始浓度与脱氮效果的关系如表 1、图 4、5 所示。

上述结果表明,乙酸盐(钠)的投加对 NH_4^+-N 去除无明显的影响。但对 NO_3^--N 去除效果影

表 1 乙酸盐(钠)初始浓度与 NH_4^+-N 之间的变化关系

NaAc 初始浓度 ¹⁾ (10^{-6})	MLSS=4.60g/L		MLSS=4.67g/L	
	进水 NH_4^+-N (10^{-6})	出水 NH_4^+-N (10^{-6})	进水 NH_4^+-N (10^{-6})	出水 NH_4^+-N (10^{-6})
0	28.30	4.21	21.50	5.16
75	28.30	2.35	21.50	2.83
125	28.30	3.87	21.50	4.73
175	28.30	2.56	21.50	3.43
210			21.50	4.32

1)以 $A\bar{c}_{,0}$ 计

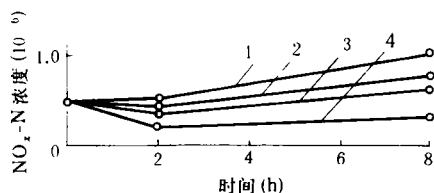


图4 乙酸盐初始浓度与 $\text{NO}_x\text{-N}$ 之间的变化关系($\text{MLSS}=4.60\text{g/L}$)

1. $\text{Ac}_{0,0}=0$ 2. $\text{Ac}_{0,0}=75 \times 10^{-6}$
3. $\text{Ac}_{0,0}=125 \times 10^{-6}$ 4. $\text{Ac}_{0,0}=175 \times 10^{-6}$

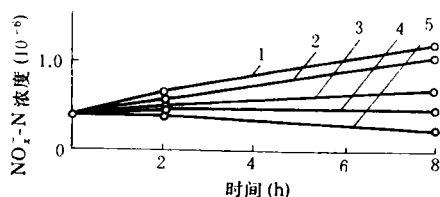


图5 乙酸盐初始浓度与 $\text{NO}_x\text{-N}$ 之间的变化关系($\text{MLSS}=4.67\text{g/L}$)

1. $\text{Ac}_{0,0}=0$ 2. $\text{Ac}_{0,0}=75 \times 10^{-6}$ 3. $\text{Ac}_{0,0}=125 \times 10^{-6}$
4. $\text{Ac}_{0,0}=175 \times 10^{-6}$ 5. $\text{Ac}_{0,0}=210 \times 10^{-6}$

响较大。并且与乙酸盐对除磷效果影响相似,随着乙酸盐(钠)投加量的增加, $\text{NO}_x\text{-N}$ 的去除效

(上接第64页)性物质通过各种途径被清除而得以部分恢复,借助于厌氧消化中各大类微生物之间偶联的生化反应,从而彻底消除抑制。

图6为笔者归纳以上分析提出的厌氧抑制可逆性机理图式。

3 结语

(1)抑制性合成有机物由系统内清除的主要途径可归纳为厌氧降解作用、厌氧污泥吸附作用、挥发作用及随出水流出作用4种,抑制性物质性质不同,清除的主要途径不同,而其它途径将平行起作用。

(2)随着抑制性有机物由系统内被清除,借助于厌氧消化中各大类微生物之间的相互平衡、

率不断提高。因为生物脱氮除磷工艺的活性污泥微生物菌群体系中,存在具有反硝化作用的除磷菌^[8],而反硝化过程需要有机物参加。因此,乙酸盐(钠)的投加对 $\text{NO}_x\text{-N}$ 去除效果的影响较 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 的大。

3 结论

(1)废水中乙酸盐(钠)的含量对 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 和 $\text{NO}_x\text{-N}$ 去除效果的影响较 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 的明显。

(2)随着乙酸盐(钠)初始浓度的增加,循序间歇式生物脱氮除磷工艺的 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 、 $\text{NO}_x\text{-N}$ 的去除率相应提高。其中,乙酸盐(钠)的最低起始浓度为 125×10^{-6} ,但超过 215×10^{-6} 后,便发生污泥膨胀现象。

参考文献

- 1 Donald Wise. Biotreatment Systems, Vol. 1. New York: John Wiley & Sons Inc., 1988; 161
- 2 周岳溪等. 环境工程. 1993, 11(1): 3
- 3 周岳溪等. 环境科学. 1992, 13(4): 2
- 4 周岳溪等. 环境科学. 1992, 13(5): 42
- 5 周岳溪等. 环境科学学报. 1993, 13(2): 181
- 6 周岳溪等. 环境科学研究. 1992, 5(3): 25
- 7 美国公共卫生协会等编著, 宋仁元等译. 水和废水标准检验法. 北京: 中国建筑工业出版社, 1985
- 8 周岳溪等. 微生物学通报. 1992, 19(4): 234

协同作用的关系,使诱发的有机酸积累抑制和氢分压升高的抑制逐渐被消除,最终使厌氧消化转入正常,其抑制的可逆性机理可归纳为图6所示的图式。

参考文献

- 1 Young L Y, Rivera M D. Water Research. 1985, 19(10): 1325
- 2 Johnson L D, Young J C. Journal WPCF. 1983, 55(12): 1441
- 3 金相灿. 有机化合物污染化学. 北京: 清华大学出版社, 1990: 101—102
- 4 W. J. 莱曼等著, 许志宏等译. 化学性质估算方法手册. 北京: 化学工业出版社, 1991: 554—561
- 5 Parkin G F, Speece R E. Journal WPCF. 1983, 55(1): 44
- 6 钱泽澍等. 沼气发酵微生物学. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1986: 45—46
- 7 卞如林等. 给水排水. 1993, (5): 25
- 8 卞如林. 西安冶金建筑学院学报. 1993, 25(2): 34

Abstracts

Chinese Journal of Environmental Science

Study on the Model for Leaching Heavy Metals from Industrial Solid Wastes. Wang Haifeng, Xue Jiyou (Institute of Environmental Sciences, Beijing Normal University, Beijing 100875); *Chin. J. Environ. Sci.*, **15**(1), 1994, pp. 79—81

Based on an analysis of many possible factors which affect eluviation of heavy metals from industrial solid wastes during or after stowing, a model for eluviation and release of heavy metals was presented. The model connected the specific surface area of solid waste, the pervious rate of solid waste and pervious rate of burial layer to the eluviation of heavy metals. The trial data were reasonably applied in practice. The model provided a help to predict, evaluate, control and manage the release of heavy metals.

Key words: industrial solid wastes, heavy metals, model of eluviation and release.

Effect of Acetate on Biological Removal of Phosphorus and Nitrogen. Zhou Yuexi. (Chinese Research Academy of Environmental Sciences, Beijing 100012); *Chin. J. Environ. Sci.*, **15**(1), 1994, pp. 82—84

In this paper, the effects of acetate on biological N and P removal rates and activated sludge settleability were studied. A sequential biological batch reactor (SBR) was used. Experimental results demonstrate that, Acetate has morde effects on PO_4^{3-} -P and NO_3^- -N removal than on NH_4^+ -N removal. The removal rates of PO_4^{3-} and NO_3^- -N became higher with increase in initial acetate concentrations. The least required initial concentration of acetate is 125×10^{-6} . As the initial acetate concentration reached 215×10^{-6} , the bulking of activated sludge ocured.

Key words: wastewater, biological, nitrogen, phosphorus, activated sludge settleability.

Determination of Butyltin Species in Sediments by

Gas Chromatography. Xu fuzheng et al. (Research Center for Eco- Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085); *Chin. J. Environ. Sci.*, **15**(1), 1994, pp. 85—87

A method is described for determination of butyltin species in sediments. The butyltin species were extracted from sediments with a mixed benzene-hexane (2 : 1) solvent after a sonication in acetic acid, then converted into volatile butyltin hydrides by using a solution of sodium tetrahydroborate. Butyltin hydrides were measured by gas chromatography with flame photometric detector. The detection limits were 4—10ng tin per gram of sediment sample.

Key words: butyltins, gas chromatography, Sediment.

The Enrichment of Trace Cadmium by Liquid Membrane and It's Determination by Flame Atomic Absorption Spectrometry. Li Longquan et al. (Department of Applied Chemistry, University of Science and Technology of China, Hefei 230026); *Chin. J. Environ. Sci.*, **15**(1), 1994, pp. 88—91

In this paper, the selective preconcentration of trace of cadmium by liquid membrane is studied and the best conditions for enriching trace cadmium reported. The liquid membrane composed of span80P204-kerosene- HCl is found to be more effective. The demulsification of the emulsion phase after extraction is carried out by a heat demulsification technique. The emulsion swelling is examined. Cd^{2+} at $\times 10^{-9}$ level can be enriched and determined by FAAS. A recovery of more than 97% and a enrichment of over 80-fold are obtained for Cd^{2+} . The results was satisfied.

Key words: cadmium, liquid membrane, enrichment, atomic absorption spectrometry.

(上接第 74 页)

亲结婚、孕服药和孕服酒方面是有可比性的,但年龄、孕次和吸烟的分布有显著性差异农药品种数与其效应关系的规律非常明显,因而可以估计,这种误差对结果的影响是有限的。

(5)在暴露于 1 种、2 种或 3 种农药的队列中,有的不良结局的相对危险度小于 1,特别是死产和晚期新生儿死亡更明显、提示存在某种负混杂的影响而用本文的

方法未能加以发现和区别。这也可能提示死产和晚期新生儿死亡这两类结局易于受到医疗技术进步等因素的保护性影响,从而抵消了农药的不良作用。

参考文献

- 1 潘小琴等. 中国公共卫生学报. 1992, 11(4), 249
- 2 Jonathan M Sumet and William E Lambert. Environ. Health Prosp (EHP). 1991, 95, 71

(上接第 78 页)象不会产生明显影响^[2,3]。本次调查,发现中性白细胞增高和红细胞偏低,并且两组间有显著性差异。这种变化还有待今后进一步验证。

4 小结

本次调查结果表明,居民在 50dB(A)以上的环境下生活、工作和学习,神经系统和听力均会受到不良影响,其损伤情况与居住年限有密切关系。而煤矿的环境噪声污染是严重的,为确保居民的身心健康,每个职防工作者,特别是领导干部应重视环境噪声的治理工作。

致谢 参加此项工作的还有西山矿务局官地矿环保科和核工业部第七研究所一室一组的同志,在此一并感谢。

参考文献

- 1 戴国栋. 环境与健康杂志. 1985, (3), 38
- 2 严国兴, 北京市卫生防疫站编. 全国部分省市噪声普查资料汇编(上册). 北京: 北京出版社, 1981; 192
- 3 善慕贞, 北京卫生防疫站编. 全国部分省市噪声普查资料汇编(上册). 北京: 北京出版社, 1981; 263