

高压静电处理水对活性污泥耗氧速率的影响研究*

杨 峰 孔继烈 邓家祺

(复旦大学化学系, 上海 200433)

向 阳 高廷耀

(同济大学环境工程系, 上海 200092)

摘要 利用活性污泥微生物膜制成 BOD 生物传感器, 发现在经过一定时间高压静电处理后的缓冲液中, 活性污泥降解有机物的能力可提高20%以上, 同一电压不同处理时间对微生物降解能力影响不同. 处理时间过短或过长对微生物降解能力增加的影响都不明显. 不同电压达到良好处理效果所需时间不同, 较低电压所需时间较长, 5000V 时约需 6.0h(信号响应达到初始值的124%), 而7000V 时约为4.0h. 结果表明, 高压静电处理并接种活性污泥, 有望成为处理某些有机物废水的有效方法.

关键词 高压静电, 活性污泥微生物, 生化需氧量, 微生物传感器, 耗氧速率.

静电场的生物效应研究日益受到重视^[1-4] 研究领域涉及到高压静电对人体和动物体的影响, 对植物生长和种子活力的影响, 果蔬的保鲜技术以及医疗保健的作用等. 关于活性污泥在高压静电处理水中行为的影响研究尚未见报道, 有文献报道活性污泥微生物传感器可快速测定污水的生化需氧量(BOD)^[5,6]. 本工作利用活性污泥微生物制成 BOD 传感器, 以考察在静电处理前后的水中活性污泥对有机物的降解能力.

1 实验部分

1.1 试剂

(1) BOD 标准溶液 2200mg/L, 由 150 mg 葡萄糖和 150 mg 谷氨酸与 0.1 mol/L KH_2PO_4 -0.05 mol/L $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 缓冲液(pH6.0)配制而成(总体积为1L).

(2) 培养基配方 葡萄糖(1%), 蛋白胨(1%), 氯化钠(0.5%), L-谷氨酸(0.1%)和 pH 6.0的磷酸硼砂缓冲液配制而成. 本实验所用缓冲液全部为 pH 6.0缓冲液.

1.2 微生物培养

活性污泥取自上海曲阳污水厂. 将少许活性污泥接种于100 ml 培养基溶液中, 摇床上振荡培养20h, 600r/min 下离心5min, 弃去底部污

泥残渣. 取上清液, 4500r/min 下离心10—15min, 弃去上清液, 倒入0.9%的氯化钠溶液, 4500r/min 离心洗涤, 弃去上清液, 得乳白色湿菌体, 取少许湿菌体接种于斜面培养基中, 恒温培养20h, 4℃冰箱保存.

1.3 微生物膜的制备

选用海藻酸钠-氯化钙法固定微生物湿菌体与4%海藻酸钠溶液按1:1(V/V)混合涂在玻片上, 并均匀涂压成一薄膜(约0.2mm厚), 浸于4%氯化钙中固定约0.5h, 取出用蒸馏水冲洗后得微生物膜, 在20%甘油溶液中4℃冰箱保存.

1.4 BOD 电极的制备^[5]

BOD 电极是由氧电极和固化的微生物膜组成, 将上述固化的微生物膜用打孔器取下 $\phi = 10\text{mm}$ 的圆形薄膜, 用橡皮圈固定在聚四氟乙烯膜和醋酸纤维素膜之间, 同氧电极结合组成BOD电极, 于pH6.0的磷酸盐缓冲液中活化2—3h. 取出浸入重蒸水中.

1.5 实验装置

高压静电装置如图1所示. 生物传感器装置

1) 国家自然科学基金(批准号: 29575193)和长春应用化学研究所电分析化学开放实验室资助课题

收稿日期: 1997-03-21

参见文献[11].

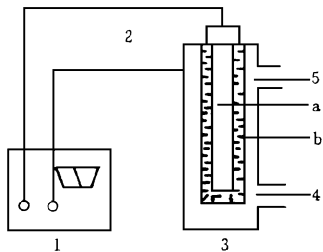


图1 高压静电装置

1. 高压发生泵 2. 高压导线 3. 静电处理器 4. 进水口 5. 出水口 a. 阳极铁芯 b. 聚四氟乙烯绝缘层

1.6 高压静电处理水的制备

将新鲜配制的 pH6.0磷酸盐缓冲液引入静电处理器,在不同静电压下定时取样,测定传感器的耗氧曲线,将未经静电处理的缓冲液作为对照.

1.7 测定步骤和原理

将 BOD 电极插入盛有20ml 磷酸盐缓冲液的电解池中,控制阴极电位在- 0.7V,在恒速搅拌和恒温下 $24\pm 2^{\circ}\text{C}$ 得到一稳定的氧化还原电流输出,将含有有机物的样品溶液加到电解池中,有机物向微生物膜内扩散,细菌进行呼吸作用分解有机物消耗氧气,于是输出电流逐渐随之下降到另一稳定值,由电流下降值通过标准曲线法即可求得 BOD 值,实验直接采用 BOD 标准溶液进行微生物降解有机物能力的测试.

2 结果与讨论

2.1 活性污泥微生物传感器工作温度的选择

在15—50℃温度范围内,对微生物传感器的响应进行测试.结果发现,当温度低于20℃,传感器的响应较小,且响应时间过长,温度高于35℃时,响应不稳定,且对菌膜寿命不利,本工作选择室温($24\pm 2^{\circ}\text{C}$)作为工作温度,传感器的稳态响应时间为5min.

2.2 活性污泥微生物传感器工作 pH 的选择

考察了微生物传感器在 pH5.0—8.0范围内的响应,结果表明,pH5.8—7.5内,传感器的响应变化不大(见图2).故选择 pH 6.0作为工

作条件^[5].

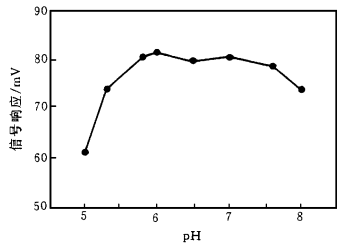


图2 BOD 传感器在不同 pH 缓冲液中的响应
(BOD 标准溶液浓度为5.5mg/L,未经高压静电处理)

2.3 活性污泥微生物传感器的响应

微生物传感器在5000V 高压静电处理6h和未处理的缓冲介质中的响应情况见图3.活性污泥微生物传感器在经过高压静电处理的水介质中的响应增大,其响应斜率变化明显.这一结果表明,在高压静电处理一定时间的水介质中,活性污泥微生物的降解能力有明显改善.

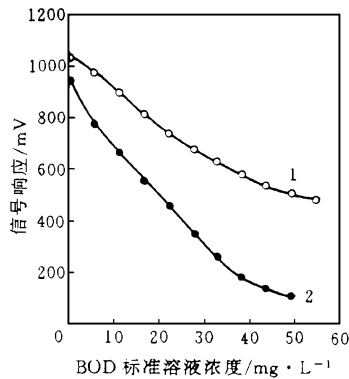


图3 BOD 传感器在缓冲液中的响应
1. 未处理 2. 处理6.0h(5000V)

2.4 不同高压静电处理时间对微生物降解能力的影响

BOD 传感器的信号响应值如表1所示.

表1 5000V 高压静电处理不同时间对 BOD 传感器信号响应的影晌¹⁾

处理时间/h	0	2.0	3.5	5.8	8.0	9.0
信号响应/mV	642	645	649	798	707	673

1) 进样400μl BOD 标准溶液

由表1可看出,同一电压不同处理时间对微生物降解能力影响有较大差异.对于5000V 电压处理水,3.5h 的处理时间使微生物降解能力有一些增加(约为1%),到5.8h 后,增加达到最

大(24.2%),然后随处理时间继续增长,增加值又下降。

同样,对于7000V电压处理水,1.5h使响应增加6.1%。处理3.7h后,响应增高25.5%,达到最大值。处理时间继续增长,信号响应则呈现下降,至6.0h时,读数反而下降20.6%,比0时处理值还低,说明微生物此时降解能力比未处理时还有降低。这与高压静电场具有先刺激细菌生长,随后加速其死亡的作用相类似^[7]。不同电压达到良好处理效果所需时间不同,5000V时约需6.0h(信号响应达到初始值的125%),而7000V时约为4.0h。

2.5 高压静电处理水的生物效应机制

经高压静电场处理后的水介质,可能影响或改变了细菌的生理代谢环境,水在静电场作用下折射率与电导率均发生了变化^[8]。笔者推测正是由于水的相关理化特征的改变,增强或抑制了微生物细胞的某些酶的活性,促进或减慢活性污泥微生物在该介质中的代谢^[7]。当然,

要探明高压静电处理水的生物效应机制,尚需要进一步作深入的研究。

3 结语

高压静电方法可有效地提高活性污泥的耗氧速率。而活性污泥的有机物降解能力直接影响到污水处理效率。高压静电处理并接种活性污泥,有望成为处理某些有机物废水的有效方法。

参 考 文 献

- 1 寇庆瑞. 静电, 1989, 2: 2
- 2 Kellogg E W. Nature, 1979, 281: 400
- 3 Steren L et al. . Fed. Proo. , 1982, 41: 652
- 4 Michael G et al. . Fed. Proo. , 1982, 41: 1283
- 5 吴蕴青等. 分析化学, 1994, 22(7): 647
- 6 刘宝红等. BOD快速测定传感器的微生物膜固定方法研究. 环境科学, 1994, 15(6): 8
- 7 田笠卿等. 工业水处理, 1991, 11, (1): 17
- 8 曹昌年. 工业水处理, 1990, 12(1): 11

• 环境信息 •

欢迎订阅1998年《应用生态学报》

《应用生态学报》是经国家科委批准、科学出版社出版的国内外公开发行的综合性学术刊物。本刊宗旨是坚持理论联系实际的办刊方向,结合科研、教学、生产实际,报导生态科学诸领域在应用基础研究方向具有创新的研究成果,交流基础研究和应用研究的最新信息,促进生态学研究为国民经济建设服务。

本刊专门登载有关应用生态学(主要包括森林生态学、渔业生态学、自然资源生态学、全球生态学、污染生态学、生态工程学等)的综合性论文、创造性研究报告和研究简报等。

本刊读者对象主要是从事生态学、地学、林学、农学和环境科学研究、教学、生产的科技工作者,有关专业的大学生及经济管理和决策部门的工作者。

本刊与数十家相关学报、级期刊建立了长

期交换关系,《中国科学引文索引》、中国《生物学文摘》、美国《生物学文摘(BA)》、美国《化学文摘(CA)》和英国《生态文摘(EA)》等几十种检索刊物均收录本刊的论文摘要(中英文),并被中国科学技术信息研究所列入中国科技论文统计用期刊之一。本刊的整体质量与水平已达到新的高度,1992年荣获全国科技期刊三等奖和中国科学院优秀期刊二等奖,1996年荣获中国科学院优秀期刊三等奖。1993年入选最新“中国自然科学核心期刊”。

本刊为双月刊,16开本,112页,逢双月18日出版,期定价8.00元,全国各地邮政局(所)均可订阅,邮发代号8-98。错过订期也可直接到本刊编辑部邮购。地址:110015 辽宁省沈阳市文化路72号《应用生态学报》编辑部。电话:(024)3916250

northern China. The maximum value of N_2O emissions from forest and grassland soil is about $23\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$. A high rate of N_2O loss is observed when the temperature is lower than 15°C . The maximum value of N_2O negative emissions as high as $18.984\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ has been measured.

Key words: N_2O , O_3 , emission flux, source, sink, exchange between atmosphere and territory.

Ultrafiltration Membrane Bioreactor for Domestic Wastewater Treatment and Its Hydraulic Behavior. Xing Chuanhong, Qian Yi, (State Key Laboratory of Environmental Simulation and Pollution Control, Dept. of Environ. Eng., Tsinghua University, Beijing, 100084), Tardieu Eric (CIRSEE-Lyonnais des Eaux, 38, rue du President Wilson, F78230 Le Pecq.): *Chin. J. Environ. Sci.*, **18** (5), 1997, pp. 19—22

It is proven that Ultrafiltration Membrane BioReactor (UMBR) applied to domestic wastewater treatment, under conditions of hydraulic retention time 5h, sludge retention time 30d, membrane surface velocity 4m/s and membrane flux $75\text{L}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$, is technically feasible and reliable during several weeks. Removal rate of COD, $\text{NH}_3\text{-N}$, and turbidity of the system are equal to or higher than 98%, 97% and 98%, SS and E. coli, 100%. The effluent quality is always better than the quality standard for reuse issued by the Ministry of Construction in China. Furthermore, the hydraulic behavior of UMBR is concisely discussed. The hydraulic boundary layer is about $185\text{--}5.9\mu\text{m}$ thick, and the mass transfer boundary layer, $18.5\text{--}0.59\mu\text{m}$ when the typical Reynolds number is $4\times 10^3\text{--}2\times 10^5$.

Key words: ultrafiltration membrane, bioreactor, domestic wastewater, hydraulic behavior, boundary layer thick.

Soil Sensitivity to Acid Deposition in South China VII. Cation Leaching and Buffering Mechanism. Qiu Rongliang et al. (Department of Environmental Science, Zhongshan University, Guangzhou 510275): *Chin. J. Environ. Sci.*, **18**(5), 1997, pp. 23—27

Acidic deposition is considered an environmental problem that may affect the soil's cation-exchange status. This study used column leaching experiments to examine the influences of simulated acid rain with different pH values on base cation leaching of main soil types collected from South China. The results showed that amounts of leaching base cations increased obviously when the pH value of simulated acidic rain was lower than 3.0 or 3.5,

while the amounts almost did not differ when pH higher than 3.5. The leaching of Ca^{2+} and Mg^{2+} was affected evidently by the pH value of simulated acidic rain, compared with the leaching of K^+ and Na^+ . The H^+ buffering mechanisms which may vary in different simulated pH acidic rain are proposed for main soils studied. The dissolving reaction of salts was the dominant resources of leaching base cations and H^+ buffering when pH value higher than 3.5. The mechanisms of H^+ buffering treated with acid rain at pH 3.5 were the exchangeable cations and sulfate sorption. Dissolved aluminum on the broken edge of clay and aluminum oxides weathering of original and secondary minerals and sorption of sulfate played a great role on the leaching of soil cations and H^+ buffering when the soils treated with acid rain of pH lower than 3.5.

Key words: simulated rain, base cations, leaching, soil sensitivity.

Studies on Effect of Water Treated by High-Voltage Electrostatic Field on Oxygen Utilization Rating of Activated Sludge. Yang Feng, Kong Jilie, Deng Jiaqi (Dept. of Chem., Fudan University, Shanghai 200433), Xiang Yang, Gao Tingyao (School of Environ. Eng., Tongji University, 200092): *Chin. J. Environ. Sci.*, **18**(5), 1997, pp. 28—30

The microorganisms extracted from activated sludge were selected as the sensitive material to make a BOD biosensor for monitoring the metabolic ability of themselves in high-voltage electrostatic treated water (HVETW). The oxygen utilization rating of the microorganisms which operated in such an aqueous media for appropriate time, could be promoted by at least 20%. At the same working high-voltage, this effect depended on how long the water was treated. The water treated for too long a time would lead to the negative effects. At 5000 V, it took about 6.0 h for the microorganisms to obtain the maximum oxygen utilization rating, whereas it did about 4.0 h at 7000 V. This discovery might offer a great potential for improving the new waste water disposal techniques.

Key words: high-voltage static electricity, activated sludge, BOD, microbial sensor.

Mixtoxicity of 2, 4-DNT and 6 Kinds of Nitroaromatic Compounds to the Algae. Liu Jingling, Yuan Xing, Lang Peizhen (Dept. of Environ. Sci., Northeast Normal Univ., Changchun, 130024): *Chin. J. Environ. Sci.*, **18** (5), 1997, pp. 31—33

In order to evaluate objectively the ecological effects of 2, 4-DNT mixed with 6 kinds of ni-