

生物激活剂强化生物接触氧化的研究

郝永胜, 谢 曦, 陆 柱

(华东理工大学资源与环境工程学院, 上海 200237)

摘 要:研究了生物激活剂强化生物接触氧化修复污染较严重的地表水。试验结果表明 HRT 为 2h, 气水比 6:1 (V/V) 时去除效果最佳, COD、NH₃-N 去除率分别达 37.6% 和 81.6%。投加 3mg/L BO、3mg/L NC 后, 最佳气水比时强化效果不明显。低气水比时投加 BO、NC 后 COD 的平均去除率分别达到 42.7% 和 55.4%, 比未投加提高了 22.5% 和 35.2%, NH₃-N 平均去除率分别达到 63.4%、88.3%, 分别提高了 20.3% 和 40.2%。未曝气时投加 BO、NC 后 COD 平均去除率分别提高到了 30.0% 和 33.6%。说明在利用生物接触氧化修复污染水体时, 同时采用生物激活剂能取得良好的强化效果。

关键词:生物激活剂; 生物接触氧化; 生物强化; 地表水

中图分类号: X703.3; X522

文献标识码: A

文章编号: 1000-3770(2005)02-0029-4

目前, 我国地表水受到不同程度的污染。2002 年, 我国七大水系重点监测断面中劣 V 类水质占 40% 以上。对污染水体进行修复常见的方法有调水、底泥疏浚、曝气复氧, 生物修复等。其中生物方法经济有效, 适合我国的国情。生物接触氧化在处理微污染源水、富营养化水源水方面已有大量报道, 而应用于污染较严重的地表水的修复却报道较少。对于污染较严重的水体, 单独利用生物接触氧化技术要达到预期的理想效果, 能耗较高, 因此有必要对其进行强化, 如投加碳源, 例如乙醇、葡萄糖等。本试验采用生物接触氧化法处理污染较严重的河水, 同时利用生物激活剂对生物接触氧化进行强化试验研究。

1 实验材料和方法

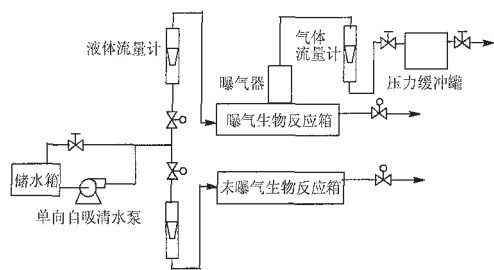


图1 生物接触氧化试验装置

1.1 实验装置

本试验以华东理工大学校园青春河为研究对象。实验装置如图 1。

1.2 实验方法

试验设定水力停留时间 (HRT) 2h, 利用清水泵将河水从储水箱分别经液体流量计注入放置有填料的曝气及未曝气生物反应箱, 考察不同气水比条件下处理污染水体的能力。在此基础上, 向河水中分别投加由能邦科技公司提供的纯天然原料制成、不含任何微生物、经医学卫生部门检测对动物和鱼类无毒性的生物激活剂 (包括 BO 和 NC 两种类型), 搅拌均匀, 然后注入生物反应箱, 考察在最佳气水比和低气水比及未曝气条件下的强化效果。

1.3 分析方法

COD, 为重铬酸钾法; NH₃-N, 为纳氏试剂分光光度法。

2 结果与讨论

生物接触氧化试验期间河水 COD 18.7%~41.7mg/L, NH₃-N 2.51~12.8mg/L。曝气挂膜时, 水温 12~18℃, HRT 为 2h, 气水比 10:1, COD 的去除率达 13.4%~24.8%, NH₃-N 的去除率达 72.4%~81.4%, 可认为挂膜成功。未曝气挂膜时, 因 NH₃-N

收稿日期: 2003-06-25

的去除接近于零,故以 COD 的去除率达 10.2%~12.8%时认为挂膜成功。挂膜成功后,在稳定运行期间进行不同气水比条件试验和生物激活剂的强化试验。

2.1 不同气水比条件下 COD 和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 去除效果

从图 2 看出,气水比为 1.5:1 和 4:1 时,COD 的平均去除率相近,分别为 20.0%和 19.8%,气水比为 6:1 和 8:1 时,COD 的平均去除率差别不大,分别为 37.6%和 38.1%,而气水比为 0 和 10:1 时,COD 的平均去除率分别为 13.2%和 15.7%。从图 3 可以看出,气水比为 1.5:1 和 4:1、6:1 和 8:1, $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除具有与 COD 的去除相同的规律,平均去除率相差不大,分别为 50%、82%左右。气水比为 0 时, $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除接近于零,气水比为 10:1 时, $\text{NH}_3\text{-N}$ 的平均去除率为 66.6%。

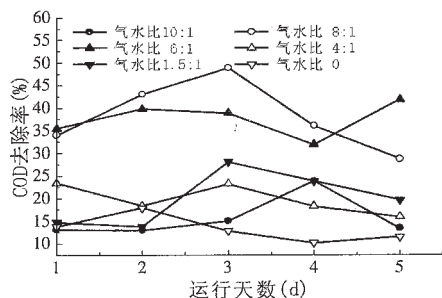


图2 不同气水比条件下 COD 的去除效果

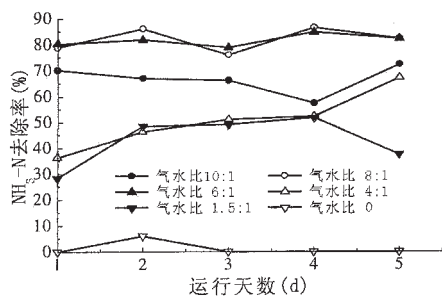


图3 不同气水比条件下 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除效果

从试验结果看,气水比对 COD 和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除影响较大,但在某一气水比范围内,COD 和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除变化不明显。随气水比的增加,水中溶解氧浓度增加,氧的扩散能力增强,从而有利于氧在生物膜中的传递,增强微生物降解污染物的能力。气水比达到 1.5:1 和 4:1 时,溶解氧的增加促进了水中污染物的降解,气水比达到 6:1 和 8:1 时,曝气提供的氧已足够满足生物膜内微生物降解污染物过程中消耗的氧。而气水比达到 10:1 时,由于曝气过于强烈,对填料上的生物膜造成机械冲刷,致使生物膜

脱落,影响到 COD 和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除。未曝气条件下,生物反应箱中基本处于缺氧状态,以兼氧微生物为主,在其生长代谢过程中消耗有机物而表现为 COD 的减少,而 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除需要氧气的参与,故去除率较低。虽然气水比 6:1 和 8:1 时,COD 和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 均能达到较高的去除率,但从节约能耗、降低成本方面考虑,本试验条件下,最佳气水比应为 6:1。

2.2 加药对 COD 和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 去除效果的影响

在最佳气水比条件下,加药对 COD 和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的影响如图 4 和图 5 所示。从图 4 看出,投加 3mg/L NC 与未投加的对照试样对比,COD 的平均去除率提高了 11.6%,而投加 3mg/L BO 与未投加相比去除效果不明显。由图 5 看出,投加 3mg/L BO 和 3mg/L NC 及未投加生物激活剂, $\text{NH}_3\text{-N}$ 的平均去除率分别为 84.5%、79.3%、81.6%。最佳气水比条件下,水体中可生物降解的污染物已基本得到去除,故投加生物激活剂后强化效果得不到充分的体现。但由于 NC 中含有较多的氨基酸、尿素等营养成分,利用共代谢机制,可促进水体中难生物降解的有机物被微生物利用,使 COD 进一步得到去除。

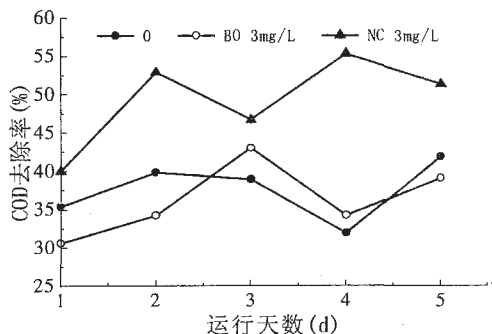


图4 最佳气水比条件下 COD 的去除效果

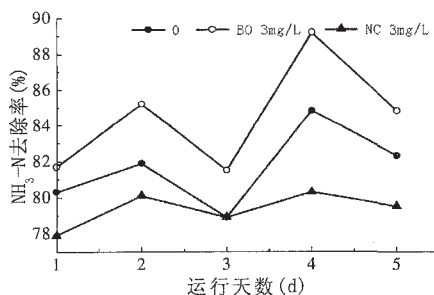


图5 最佳气水比条件下 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除效果

2.3 曝气条件对加药的影响

在低曝气条件下,加药对 COD 和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的影响如图 6 和图 7 所示。

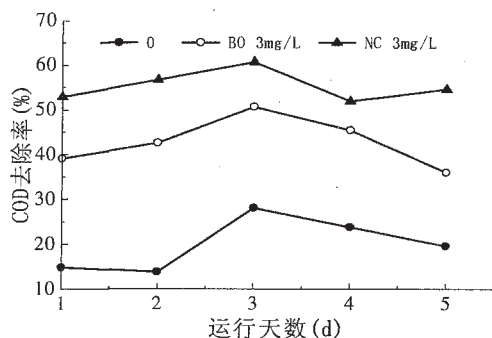
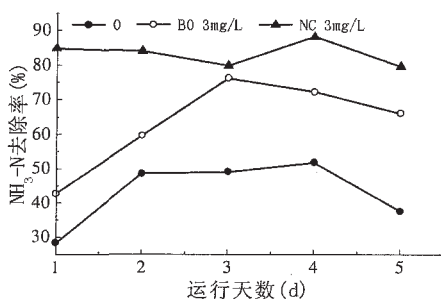


图6 低气水比条件下 COD 的去除效果

图7 低气水比条件下 NH₃-N 的去除效果

从图 6、图 7 看出,在气水比为 1.5:1 时,投加 BO 后 COD、NH₃-N 平均去除率分别 42.7% 和 63.4%, 投加 BO 后 COD、NH₃-N 平均去除率分别为 55.4% 和 88.3%, 与未投加相比去除率均有较大的提高。可以看到在本试验条件下投加 BO 和 NC 强化效果较好,NC 效果尤为明显,与最佳气水比条件下投加 NC 相比,COD 和 NH₃-N 去除率均较接近,这说明在低气水比条件下,生物激活剂已能充分强化了微生物降解污染物的能力,并起到降低能耗的作用。在未曝气条件下,加药前后 COD 和 NH₃-N 去除效果如图 7 和图 8 所示。

从图 8 和图 9 可以看出在未曝气条件下,投加 BO 和 NC 后 COD 的平均去除率分别比空白提高了 17.8% 和 20.4%, 而由于生物箱在未曝气条件下,溶解氧一直维持在 0.5mg/L 以下,不能满足水体中硝化作用的进行,所以 NH₃-N 去除率较低且不稳定。

3 结 论

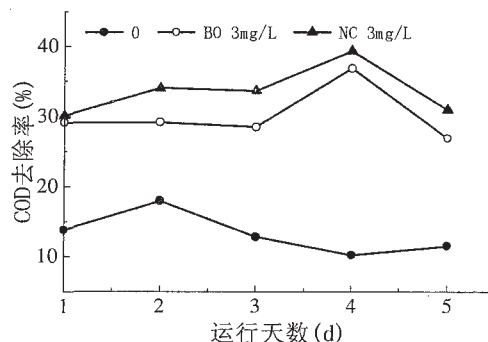
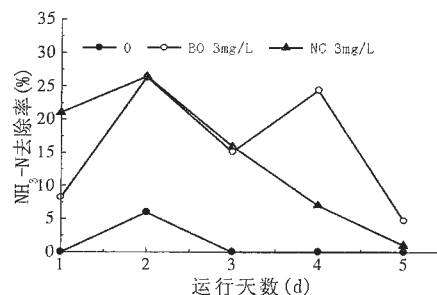


图8 未曝气条件下 COD 的去除效果

图9 未曝气条件下 NH₃-N 的去除效果

生物接触氧化在处理污染较严重的地表水方面能取得较明显的去除效果,本试验条件下,气水比为 6:1 时效果最佳。

生物激活剂能够提高生物接触氧化去除水体中污染物的能力,使得低气水比条件下就能达到高气水比时的去除效果,从而大幅度地降低曝气量,节约能源和成本。此外,生物激活剂与生物接触氧化技术两者的复合使用在缺氧状态下也能达到一定的去除效果。

参考文献:

- [1] Corseuil H X, Alvarez P J J. Natural bioremediation perspective for BTX-contaminated groundwater in Brazil: effect of ethanol[J]. Water Science and Technology. 1996, 34(7-8): 311~318.
- [2] 唐玉斌,刘宏伟,郝永胜,陆柱,赵庆祥. 外加碳源和生物激活剂对生物膜修复污染河水效果的影响[J]. 华东理工大学学报, 2003, 29(50).

STUDY ON BIOLOGICAL CONTACT OXIDATION AUGMENTED BY BIO-STIMULANTS

Hao Yong-sheng, Xie Xi, Lu Zhu

(College of Resources & Environmental Engineering, East China University of Science & Technology, Shanghai 200237, China)

Abstract: Remediation for severely polluted surface waters by biological contact oxidation with the present bio-stimulants was investigated. The results showed that removal effect was optimum under the conditions of 2h hydraulic retention time (HRT) and gas/water ra-

tio of 6:1 and removal rate of COD and ammonia-nitrogen being 37.6% and 81.6% respectively. Bio-strengthening effect was not obvious under the condition of optimum gas/water ratio after adding 3mg/L BO or NC; Nevertheless, at low gas/water ratio, mean removal rates of COD reached to 42.7% and 55.4%, increasing by 22.5% and 35.2% respectively in comparison with that of blank, and mean removal rates of ammonia-nitrogen reached to 63.4% and 88.3%, increasing by 20.3% and 40.2% respectively in comparison with that of blank, after dosing 3mg/L BO or NC. In addition, after adding BO or NC, mean removal rates of COD increased to 30.0% and 33.6% without dosing. Bio-stimulants can achieve remarkable strengthening effect while remedying polluted waters with biological contact oxidation.

Key words: bio-stimulants; biological contact oxidation; bio-augmentation; surface water

(上接第 6 页)

- [2] Okamoto K, Yamamoto Y, Tanaka H. Kinetics of heterogeneous photocatalytic decomposition of phenol over anatase titanium dioxide powder[J]. Bull Chem Soc Jpn., 1985,58(7):2023-2028.
- [3] Kotronarou A, Mills G, Hoffmann M R. Ultrasonic irradiation of p-nitrophenol in aqueous solution [J]. J Phys Chem., 1991,95: 3630-3638.
- [4] 于勇, 李晖, 张振满, 等. 用低温等离子体技术降解三氟溴甲烷 (哈隆 1301) [J]. 复旦大学学报 (自然科学版), 1997, 30 (1): 84-89.
- [5] Mylonas A, Papaconstantinou E. Photocatalytic degradation of chlorophenols to CO₂ and HCl with polyoxotungstates in aqueous solution [J]. J Mol Catal., 1994, 92: 261-267.
- [6] 毛东森, 卢冠忠, 陈庆龄, 等. 负载型氧化物固体超强酸催化剂的制备及应用 [J]. 化学通报, 2001, 5: 278-284.
- [7] 苏文锐, 付贤智, 魏可镁. 溴代甲烷在 SO₄²⁻/ZrO₂ 上的光催化降解 [J]. 环境科学, 2001, 2: 91-94.
- [8] 华卫崎, 周力, 吴肖群, 等. SO₄²⁻/M₂O₃ 型固体超强酸及其制备技术 [J]. 石油化工, 1997, 26 (8): 553-560.

STUDY ON CATALYTIC DEGRADATION OF ALIZARIN RED AQUEOUS SOLUTION BY SO₄²⁻/ZrO₂

Shao Shi-bao¹, Wang Zhi-cai²

(1. Ma'an Shan Environmental Protection Bureau, Ma'an Shan 243002, China;

2. Anhui Polytechnical University School of Chemical Engineering & Environment, Ma'an Shan 243002, China)

Abstract: SO₄²⁻/ZrO₂ solid superacid was used as catalyst to degrade alizarin red aqueous solution in experimentation. The characteristics of catalytic degradation were studied experimentally. The results indicated that SO₄²⁻/ZrO₂ possessed stronger ability of catalytic degradation for alizarin red solution and had a certain action of photocatalysis, but it is liable to hydration and losing activity. In addition, the influences of pH value and initial concentration of alizarin red solution and the dosage of catalyst etc. have very obvious influence on the degradation of catalyst. When pH=7; dosage of catalyst is 0.25% (wt); initial concentration, 140mg/L, the decolorization after catalysing for 4h by sunlight is the highest, reaching to 92%.

Key words: SO₄²⁻/ZrO₂ solid superacid; degradation; alizarin red aqueous solution

(上接第 28 页)

TREATMENT OF WASTEWATER CONTAINING PHOSPHATE BY NANOFILTRATION MEMBRANE

Liu Jiu-Qing, Xu Zhen-Liang, Huang Shun-De

(Chemical Engineering Research Center, East China University of Science and Technology, Shanghai, 200237)

Abstract: Technological methods for recovering the wastewater containing phosphate by the efficient and economical nanofiltration membrane process were studied in this article. The effects of nanofiltration membrane pressure and flow rate on the process were systematically studied. It was found that the optimal treatment conditions of wastewater containing phosphate were the following: nanofiltration membrane pressure 2.5~3.5MPa, flow 572.6~608.7 L/h. In this case, the total phosphate removal was 23%, the total salt rejection could also reach to above 95%. This process can concentrate and purify the wastewater containing phosphate and meet the requirements of the industrial production.

Key words: nanofiltration membrane; wastewater containing phosphate