

自然循环水处理系统的应用试验

孙正庭¹, 李 锋²

(1. 淮北矿业集团公司 杨庄煤矿, 安徽淮北 235025;
2. 合肥工业大学 资源与环境工程学院, 安徽合肥 230009)

摘要: 基于对自然循环水处理系统的工艺流程的分析, 设置脱氮池、碳氧化池和除磷池, 以多种天然材料作为微生物载体, 建立小型自然水处理系统, 对生活污水进行小型应用试验。结果表明: 对于普通的生活污水, 该处理系统可以使出水 COD_{Cr} 在 30~50mg/L 之间, 氨氮 < 5mg/L, 总磷 < 1mg/L, 接近于中水回用要求, 且处理过程剩余污泥少。

关键词: 生物修复; 污水处理; 自然循环净化; 天然材料

中图分类号: X703 文献标识码: A 文章编号: 1006-8759(2010)03-0020-04

A DECONTAMINATING EXPERIMENT WITH NATURAL CIRCULATING WATER TREATMENT SYSTEM

SUN Zheng-ting¹, LI Feng²

(1. Yangzhuang Coal Mine, Huaibei Mining Industry Group Comp., Huaibei 235025, China; 2. School of Natural Resources and Environmental Engineering, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

Abstract: Based on analysis of the natural circulating water treatment systems process analysis to nitrogen pools, carbon pool and the phosphorus oxidation pond, a small natural circulating water treatment system is set up and a group of application experiments to domestic wastewaters are tested, with variety of natural materials as microbial carriers. The results show that: for the ordinary domestic sewage, a natural circulation system can make the effluent with COD_{Cr} 30~50mg/L, ammonia nitrogen < 5mg/L, total phosphorus < 1mg/L, close to the standard of available reclaimed water, and produces very little sludge during treatment process.

Keywords: bioremediation; wastewater treatment; natural circulating purification; natural materials

随着人类生活、生产活动的加强, 大量施用化肥、农药以及工业废弃物的排放, 使得许多有毒有害的有机化学污染物进入土壤系统或通过径流进入江、河、湖泊中, 对地下水及地表水造成一定程度的污染。当前, 对无规则排放的污水进行处理, 对受污染的江河湖库水体进行最大限度的修复, 已是社会经济发展及生态环境建设的迫切需要。

自然循环方式水处理是一种新型的水处理形式, 最先由日本国开发推出, 该系统模仿大自然在物质循环过程中的自净功能, 不投加任何化学药品, 主要利用附着在填充材料上的微生物对有机物进行降解。系统内的填料经过合理组合, 可以使装置内的生物净化功能达到最佳效果。它不仅可以在普通的居民区来处理普通的生活污水, 还可以设在河道、湖泊的附近, 就地处理受污染的地表水, 来达到修复地表水环境的目的。

1 工艺流程

自然循环水处理系统的基本构造^[1]如图 1 所示,大致可分为 5 部分:

1.1 沉淀兼厌氧调节池

此池无任何填料及设备,污水进入该池后通过沉淀将前段格栅未能去除的细小颗粒、砂土及浮渣进行重力分离,减少后续处理单元的负荷,也减少了滤池堵塞的可能性。

1.2 脱氮池

脱氮池前半部为硝化池,后半部为反硝化池。硝化池填充了比表面积很大的塑料接触滤料,其作用是去除水中的丝状杂物,并将氨氮氧化成硝态氮(如果进水氨氮浓度较高则需在脱氮池旁另增加一个硝化池,以达到完全硝化的目的)。

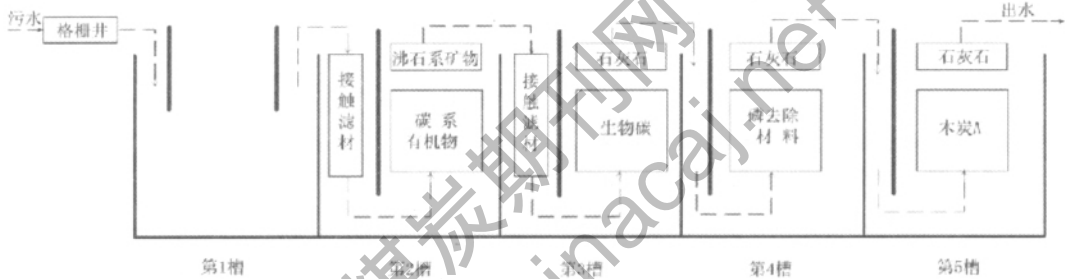


图 1 处理池的构造

1.4 除磷池

通过磷去除材料的吸附固定和化学沉淀作用,去除污水中的磷。水中磷以阴离子形式存在,在 pH 值 6 以上,通过与钙和铁的反应生成难溶性的化合物,最后以污泥形式去除。

1.5 脱色除臭池

脱色除臭池分为两部分,前半部分(无任何填料)只进行曝气,以进一步去除污水中残存的挥发性有机物,同时提高水中的溶解氧浓度;后半部分填充比表面积较大的木炭,通过木炭的吸附作用来脱色除臭。

2 工艺特点

自然循环水处理技术将腐朽枯木、落叶、木炭、石头等物质作为过滤材料,为微生物的代谢营造了一个最接近自然状态的环境,同时又与人工强化措施相结合,加快了有机物的降解进程,达到去除污染物的目的,因而该工艺具有不同于其他污水处理工艺的特点。

反硝化池填充的是朽木、落叶等含碳有机物(蘑菇栽培后的朽木最佳),这些有机物为反硝化菌补充了足够的碳源,硝酸态氮被转化成氮气而去除。同时填料上覆盖了沸石系矿物,可进一步吸附未完全硝化的氨氮。

1.3 好氧池(碳氧化池)

好氧池里填充的是一种新型过滤材料——生物炭(木炭和聚氨基葡萄糖的复合体,具有一定的生物活性,能有效地促进好氧微生物的生长繁殖),池底部设穿孔布气管,通过向池中曝气,利用生物炭上附着的生物膜的氧化作用将污水中的有机物降解掉,并最终被分解为二氧化碳和水而得以去除。炭氧化池对 BOD₅、COD、LAS 等有较高的去除率。

2.1 大量运用天然材料

自然循环净化水处理系统最大的特点就是大量运用自然材料如木炭、石块、朽木等作为微生物的载体,从而节约了基建费用。同时天然材料对微生物良好的亲和力,大大提高了微生物的附着性能,促进了处理效果。

(1)脱氮池中填充的朽木 C/N 比可达到 80。而构成微生物细胞的 C/N 大约为 10,在 C/N 比很大的碳系有机物环境中,微生物为了维持自身的 C/N 比平衡,不断从污水中吸取 N 成分因而能进一步去除水中的氮成分。

(2)沸石是一种呈架装结构的多孔性含水铝硅酸盐矿物,分子间具有巨大的静电吸引力;沸石的晶格内有很多大小均一的空穴和通道,因此沸石的比表面积大,吸附性能强。沸石构架上的平衡阳离子和水分子构架结合得不紧密,极易与周围水溶液中的阳离子发生交换作用,这种作用使得它能对氨氮进行选择吸收^[2]。自然循环净化正是运用了沸石的这一特性,进一步吸附未被生物

降解的氨氮,因此系统对氨氮具有很好的处理效果。

(3)好氧池中填充本装置特别开发的生物炭,是聚氨基葡萄糖和木炭的复合体,具有微生物良好的栖息生活条件。聚氨基葡萄糖是从自然提取的具有生物活性的物质,其分子中的氨基对蛋白质具有很强的亲和力,并在微酸性的介质中呈正电性^[3],因而对微生物,尤其是负电性的细菌有着很强的吸附作用。这种作用力远超过一般的物理吸附,使得微生物在其上的固着率及固着稳定性较高^[4]。通过使污泥附着固定在载体上,游离态的污泥数量减少,污泥絮体之间的连接密度增加,提高了沉降压缩性能。

2.2 适合分散式处理

各处理单元成一体化设计,中间无需提升设备,同时除部分处理单元需要充氧而安装了鼓风机外,整个系统无其他机械设备,因而运行能耗较低。

从处理池的构造看,除了第一槽没有投加填料外,其他各槽根据水质特点和处理目的均投加了不同类型的填料。这种布置方式类似于淹没式生物滤池工艺,但不需进行反冲洗和污水、污泥回流,相应地减少了管路系统,因而运行管理方便。并由于系统内负荷较低,污泥产量少,对管理操作水平要求也较低,这正适合于处理规模较小,缺少专业人员管理的小型污水处理厂,同时也很适合对受污染水体的就地处理。

2.3 出水水质好

据深圳和江苏宜兴等地自然循环污水处理系统的运行实测数据表明^[5],出水的COD_{Cr}可以达到2.25~35.85mg/L,BOD₅达到10mg/L以下,氨氮在0.14~13.31mg/L,总磷达到0.11~0.53mg/L,满足中水回用的标准。在深圳对大沙河的污水进行净化处理后提供深圳大学城娱乐水域水源的工程效果也非常显著。

3 处理效果

我们依据自然循环方式水处理工艺的流程开展了实验室小型试验,在15℃~20℃时,水力停留时间为7.82h,具体试验结果见图2、图3、图4。

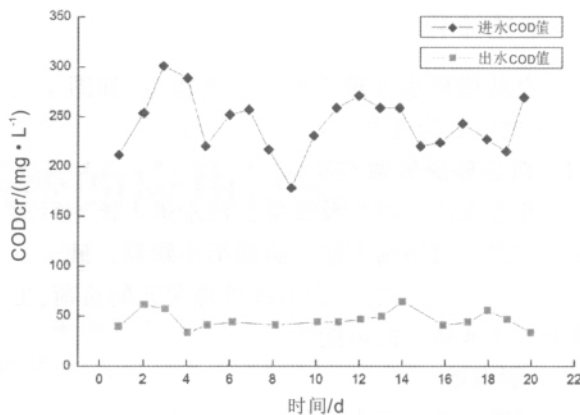


图2 系统对CODcr 去除效果

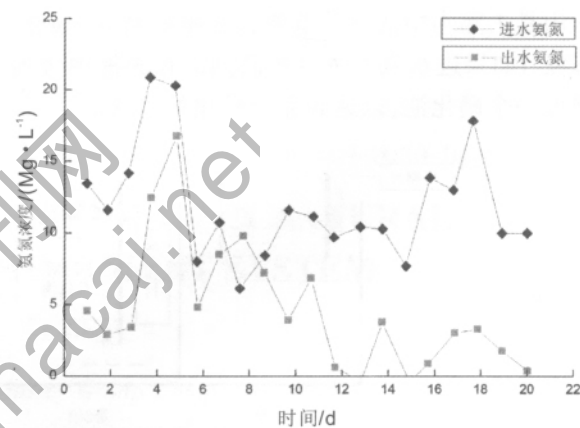


图3 系统对氨氮的去除效果

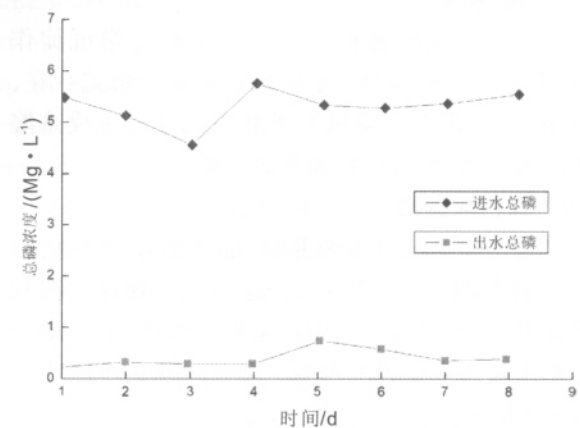


图4 系统对总磷的去除效果

结果表明,对普通的生活污水,自然循环方式水处理系统可以保证出水的COD_{Cr}在30~50mg/L之间,氨氮小于5mg/L,总磷则在1mg/L以下,接近于中水回用的要求,而且处理过程中剩余污泥很少。

4 结语

(1)自然循环净化系统由于采用比表面积大的渗滤介质,如生物炭和朽木、石头,对微生物有较好的亲和性,为固定微生物处理生活污水的效果提供了保证。

(2)自然循环净化系统可以使出水的 COD_{Cr} 在 30~50mg/L,氨氮小于 5mg/L,总磷在 1mg/L 以下,接近中水回用的标准。

(3)自然循环系统设置不受场地条件限制,操作管理简单,运行费用低,可应用于工厂,旅游度假区,生活小区,城郊结合部等规模小、缺少配套污水管网,以及不适合进行污水集中处理的地区,

也可以应用于对地表水体的生物修复。

参考文献



(上接第 13 页)

solutions[J].H. terMaat et al/Separation and Purification Technology, 43(2005):183~197.

[19] Croar B G.Sulfur recovery technology [J].Energy Process, 1986, 6 (2):71~78.

[20] 蒋展鹏,环境工程学[M].北京:高等教育出版社,2001.

[21] 黄岳元;赵天成;杨一心等,改性活性炭吸附 H₂S 和 C₂H₂ 平衡研究[N].西北大学学报(自然科学版),2000,3 (30):275~277.

[22] 谭小耀;吴迪镛;袁权,浸渍活性炭脱除 H₂S 的反应动力学[J].化学反应工程与工艺,1996,12(2):129~137.

[23] 李开喜;凌立成,SO₂ 在球状活性炭上的吸附转化研究[J].煤炭转化,1999,1 (22):76~78.

[24] 吴建芝;李春虎;于淑兰;赵伟;李国栋,炭基材料脱除 H₂S 研究进展[J].煤炭转化,2006,4 (29):26~29.

[25] 李澜;王青宁;俞树荣;何荔;张飞龙,凹凸棒石粘土脱硫剂脱除硫化氢实验研究[J].环境污染与防治,2006,8(28):572~575.

[26] 黄兵;黄若华,低浓度硫化氢恶臭气体的生化处理研究[J].云南环境科学,1998,3(17):9~11.

[27] 杜永林;黄兵,生物膜法净化低浓度硫化氢气体的试验研究[J].云南化工,1998,4:17~21.

[28] 李国建;何晶晶;马肖卫,恶臭气体 H₂S 生物脱除速率的研究[J].上海环境科学,1997,(7):11~13.

[1] 江鹰.转变污水处理战略开发适合中国国情的污水处理方法[J].现代日本经济,2001,(4)12~14.

[2] 肖举强.沸石去除污水中氨氮的研究.兰州铁道学院学报(自然科学版)[J].2002,1(1):7~89.

[3] 陈亮,朱珺,陈东辉.壳聚糖与甲壳素对废水生物处理的强化作用研究[J].上海环境科学,2003,2(1):24~27.

[4] 张立峰.天然有机高分子及其改性产品在污水处理中的应用[J].化工新型材料,2002,0(9):5~38.

[5] 余杰,田宁宁.自然循环式污水处理系统及其应用研究[J].环境污染治理技术与设备,2003,(3):9~84.

[29] 于淼;周理,天然气中 H₂S 的脱除方法-发展现状与展望[J].天津化工,2002,5:18~20.

[30] 张永;王学谦;宁平,硫化氢废气净化新技术[J].四川化工,2005,6 (8):49~52.

[31] 孙佩石;黄兵等,生物法净化低浓度硫化氢废气的动力学模型研究[J].贵州环科技,2002,3(8):1~4.

[32] 杜永林;黄兵,生物膜法净化低浓度硫化氢气体的试验研究[J].云南化工,1998,4:17~21.

[33] Kiseok Kim;S. K. Jeon;Catherine Vo;Chan S. Park;Joseph M. Norbeck,Removal of Hydrogen Sulfide from a Steam-Hydrogasifier Product Gas by Zinc Oxide Sorbent [J].Ind. Eng. Chem. Res. 2007,46,5848~5854

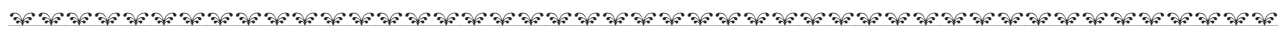
[34] A.Barona;A. El'ias;A. Amurrio;I. Cano;R. Arias,Hydrogen sulphide adsorption on a waste material used in bioreactors[J].Biochemical Engineering Journal 24 (2005) 79~86.

[35] 三废治理与利用编委会,三废治理与利用[M].北京,冶金工业出版社,1999,261~267.

[36] B.Gene Goar,Hydrocarbon Processing[M].1988,(9):248~252.

[37] 陈凡植;颜幼平,硫化氢硫酸废气的臭氧氧化试验[J].环境污染与防治,2000,3(22):8~10.

[38] 马文;王新强;倪炳华,微波催化法分解硫化氢的研究[J].石油与天然气化工,1997,1 (26):37.



(上接第 19 页)

污水中 SS 均为悬浮性污染物。通过对污水中各类污染物的存在形态的分析可为矿区生活污水处理工艺的选择提供参考,如对污水中悬浮性污染物采用一级处理或强化一级处理实现污染物有效去除,减轻后续生化处理负荷,提高出水水质。

参考文献:

[1] 王晓昌,金鹏康,赵红梅,孟令八.城市生活污水中的污染物分类及处理性评价[J].给水排水,30(9):38~41.

[2] 仲婧,许宁,朱延美.生活污水中污染物的排放规律探讨[J].泰山医学院学报,25(4):356~358.

[3] 国家环保局等.水和废水监测分析方法[M].北京:中国环境科学出版社,1989.