

活性污泥/BAF 组合工艺处理生活污水的研究

郑俊^{1,2}, 宁靓¹, 汪荣¹

(1. 安徽工业大学 建筑工程学院, 安徽 马鞍山 243002; 2. 马鞍山市华骐环保科技发展有限公司, 安徽 马鞍山 243051)

摘要: 基于活性污泥法与曝气生物滤池(BAF)的特点,开发了一种新型组合工艺——由活性污泥/曝气生物滤池构成的A/O工艺。在进水流量为6.8 L/h、回流比为200%、总HRT为1.2 h、BAF的气水比为10:1、水温为16.5~19.2℃的条件下,考察了该工艺对生活污水的处理效果。试验结果表明,该工艺具有良好的除碳脱氮性能,对COD、NH₃-N、TN、TP和SS的平均去除率分别可达94.2%、85.3%、63.6%、33.1%和91.4%,且具有能耗低、占地少、运行管理简便等优点。

关键词: 活性污泥; 曝气生物滤池; A/O工艺; 生活污水

中图分类号: X703.1 文献标识码: A 文章编号: 1000-4602(2008)11-0015-05

Study on Domestic Sewage Treatment by Combined Process of Activated Sludge and BAF

ZHENG Jun^{1,2}, NING Liang¹, WANG Rong¹

(1. School of Architectural Engineering, Anhui University of Technology, Maanshan 243002, China; 2. Huaqi Environment Protection Science and Technology Development Co. Ltd., Maanshan 243051, China)

Abstract: According to the characteristics of activated sludge process and biological aerated filter (BAF), a new combined process of activated sludge and BAF was developed, which is operated in A/O mode. The treatment efficiency of domestic sewage was investigated under the conditions of influent rate of 6.8 L/h, reflux ratio of 200%, total HRT of 1.2 h, BAF's air/water ratio of 10:1 and water temperature of 16.5℃ to 19.2℃. The experiment results indicate that the combined process has a good efficiency of carbon and nitrogen removal. The average removal rates of COD, NH₃-N, TN, TP and SS reach 94.2%, 85.3%, 63.6%, 33.1% and 91.4% respectively. It has advantages of low energy consumption, less land occupation and easy management.

Key words: activated sludge; biological aerated filter (BAF); A/O process; domestic sewage

活性污泥/曝气生物滤池(BAF)组合工艺是基于传统A/O工艺研发的一种活性污泥与膜法组合处理工艺,属于前置反硝化工艺范畴。该工艺以缺氧污泥池代替初沉池,有效克服了BAF对进水SS

浓度有一定要求的缺点,同时吸收了曝气生物滤池集生物氧化和截留过滤于一体的优点^[1],可省却后续二沉池,大大节省了占地并降低了工程造价。同时,将BAF的反冲洗废水回流至缺氧污泥池又使得

基金项目: 国家“十五”科技攻关计划引导项目(2004BA649C)

系统的产泥量很低,符合国家节能减排的要求。

1 材料与方 法

1.1 试验装置

活性污泥/BAF组合工艺如图1所示。

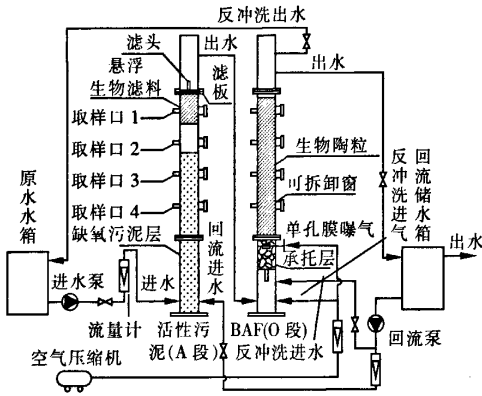


图1 工艺流程

Fig.1 Flow chart of combined process

缺氧污泥柱和BAF均采用有机玻璃制成,高度为2400mm,柱体外径为150mm。两柱均采用向上流的运行方式,BAF内为气水同向。

缺氧污泥柱内的泥层高度为800mm,污泥浓度为2~3g/L。在柱体的1650mm高度处安装滤板,滤板上装有一个倒置短柄滤头;滤板下方装填厚度为200mm的悬浮生物滤料,主要起截留悬浮物的作用,使出水SS能满足后续曝气生物滤池的要求,同时也有增大生物量和提高处理效果的作用。

BAF底部布水区的高度为400mm,通过滤板上的长柄滤头布水。滤板上方为150mm厚的卵石承托层。曝气采用单孔膜空气扩散器,安装于承托层内,距滤板为100mm。承托层上面填装粒径为3~5mm的生物陶粒滤料,高度为1100mm。生物陶粒的主要成分:SiO₂为54.29%,Al₂O₃为16.44%,Fe₂O₃为4.23%,CaO为2.86%,MgO为0.46%。其性能参数见表1。

表1 生物陶粒的性能参数

Tab.1 Parameters of ceramsite media

项目	数值	项目	数值
粒径/mm	3~5	盐酸可溶率/%	≤2
堆积密度/(g·cm ⁻³)	0.7~0.9	破碎率/%	≤0.05
真密度/(g·cm ⁻³)	2.3	磨损率/%	≤3
内部孔隙率/%	>30	堆积孔隙率/%	>42
比表面积/(cm ² ·g ⁻¹)	≥4×10 ⁴	灼烧减量/%	≤0.1

试验中,原水经缺氧污泥柱去除SS等固体杂质后进入BAF,在BAF中有机污染物得到去除,同时NH₃-N被氧化为NO₂⁻-N和NO₃⁻-N。BAF出水回流至缺氧污泥柱,反硝化菌利用原水中的碳源进行反硝化以达到脱氮的目的。反冲洗水取自储水箱,反冲洗废水被回流至缺氧污泥柱。

1.2 原水水质

原水取自某办公楼的化粪池出水,其水质见表2。

表2 原水水质

Tab.2 Raw wastewater quality

项目	范围	均值
COD/(mg·L ⁻¹)	299.2~485.8	381.5
NH ₃ -N/(mg·L ⁻¹)	21.2~37.7	29.2
TN/(mg·L ⁻¹)	38.8~60.1	50.3
SS/(mg·L ⁻¹)	120~204	163
pH	7.3~8.6	8.1
温度/°C	16~19	18
DO/(mg·L ⁻¹)	0~0.2	0.1

1.3 检测项目及方法

试验中所涉及的项目均按照国家标准方法进行测定^[2],其中COD采用重铬酸钾法测定,NH₃-N采用纳氏试剂光度法测定,TN采用过硫酸钾氧化-紫外分光光度法测定,TP采用钼锑抗分光光度法测定。

2 装置的启动

缺氧柱活性污泥的驯化采用接种培菌法,曝气生物滤池采用自然挂膜法。根据缺氧活性污泥柱和BAF培菌的不同特点,即BAF内硝化菌的世代时间较长,难以培养,在启动初期将两柱分开单独进行培菌。

缺氧柱的接种污泥取自某污水处理厂脱水后的剩余污泥。由于脱水前进行了加药处理,具有一定毒性,为了缩短培养时间并快速提高污泥活性,采用在好氧条件下启动缺氧反应器。干泥投加量为反应器容积的3%,泥饼加粪便水稀释后装入缺氧柱进行闷曝,每天换一次新鲜污水。3d后活性污泥呈黄褐色、絮状,沉降性与透明度都较好,说明获得了性能良好的好氧活性污泥。于是停止曝气改以小流量进水(流量控制在5~10L/h),几小时后污泥即开始转变为黑色缺氧絮体。

BAF加入新鲜污水后闷曝,每次进水后停留1d,5d后与缺氧柱串联起来以小流量进水,并维持

气水比为3:1。当对 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除率达到70%以上时标志硝化菌培养成功,开启回流泵(保持回流比为100%),并逐渐调大进水流量和曝气量至气水比为4:1,进行缺氧柱反硝化菌的培养。连续运行10 d后,缺氧柱污泥呈黑色、絮状,结构密实;BAF下层滤料表面的生物膜呈土黄色,边缘长有丝状絮体,上层滤料表面的生物膜较薄,肉眼基本不可见。22 d后系统对COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和TN的去除率分别达到84.5%、82.2%和55.1%,标志微生物驯化成功。

3 结果与讨论

试验条件:进水流量为6.8 L/h,回流比为200%,缺氧段的水力停留时间为0.71 h,BAF的水力停留时间为0.48 h,气水比为10:1,水温为16.5~19.2℃。

3.1 对COD的去除效果

对COD的去除效果如图2所示。

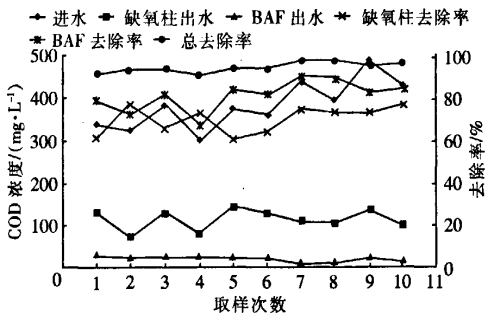


图2 对COD的去除效果

Fig. 2 COD removal by combined process

从图2可以看出,该工艺对COD具有非常理想的去除效果,系统出水COD基本稳定在25 mg/L以下,远低于《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)的一级A标准,平均总去除率达94.2%。虽然原水COD有较大幅度的波动,但出水COD一直保持稳定,表明该工艺具有较强的抗COD冲击负荷能力。

缺氧段出水COD < 150 mg/L,去除率达70%左右,使得后续BAF的进水有机负荷大大降低,有利于硝化菌的生长繁殖。该段对COD的去除是多方面因素共同作用的结果,包括:①回流硝化液的稀释作用;②作为碳源被反硝化菌所利用;③微生物增殖的同化作用;④水解、酸化作用;⑤悬浮生物滤料对不溶性有机物的截留作用。

BAF对COD的去除率约为80%,说明在进水COD较低的情况下,BAF具有良好的深度净化功能。

3.2 对 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除效果

对 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除效果见图3。

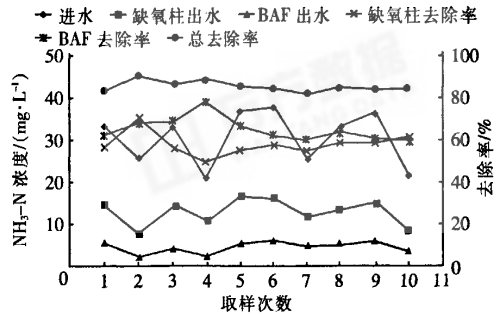


图3 对 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除效果

Fig. 3 $\text{NH}_3\text{-N}$ removal by combined process

该工艺对 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除率在85%左右,去除效果较好。原水 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度波动较大,但出水 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度基本保持在5 mg/L左右,说明该工艺具有很强的抗 $\text{NH}_3\text{-N}$ 冲击负荷能力。

缺氧段对 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除率约为55%,主要是回流硝化液稀释作用的结果。但是该段出水 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度普遍高于理论稀释浓度,分析原因可能有两个:①污水中的有机氮被氨化菌转化为氨氮;②活性污泥呈减量化的趋势,说明有部分污泥在缺氧条件下分解并释放出了氨氮。

BAF对 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除率在65%左右。与图2进行对照可以看出,在第2次和第4次取样时缺氧段出水COD浓度达到最低,而BAF出水 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度也达到最低,同时去除率达到最高。一般来说,异养菌的生长繁殖速度快,能优先利用水中的氧,而硝化菌是一种严格的好氧细菌,在营养较为丰富的条件下异养菌占优势,使硝化反应受到抑制。这两次取样时,缺氧段出水COD浓度较低,使得BAF内的硝化菌在与异养菌的竞争中成为优势菌,从而取得了良好的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 去除效果,欲进一步提高该工艺对 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除率,就必须降低缺氧段出水的COD浓度。

3.3 对TN的去除效果

对TN的去除效果见图4。

从图4可以看出,系统出水TN基本维持在20 mg/L以下,总去除率在65%左右,最高达到

73.2%，取得了较理想的脱氮效果。

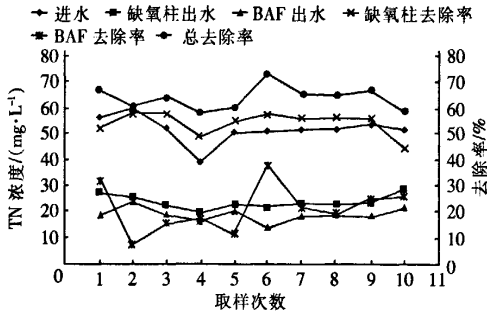


图4 对TN的去除效果

Fig.4 TN removal by combined process

从各段来看,缺氧段对TN的去除率较稳定,主要贡献因素有:①回流硝化液的稀释作用;②反硝化作用;③氨氧化作用^[3];④微生物自身增殖的同化作用。根据反硝化率与回流比的理论关系^[4],在回流比为200%的条件下,缺氧段对TN的去除率应为66.7%,而该段的实际去除率只有55%左右,这是由于理论关系成立的前提是原水中的氨氮被100%转化为硝态氮或亚硝态氮,而BAF中的实际硝化率只有85%左右,故对TN的去除率较理论值低。可见,良好的硝化效果是整个工艺实现高效脱氮的前提与关键。

TN的去除不仅发生在缺氧段,BAF也取得了20%左右的去除率,说明在该反应器内发生了同步硝化反硝化反应。试验中发现,在系统稳定运行的过程中,BAF内靠近进水端的生物膜厚实,肉眼可见滤料表面附着生长了白色絮体。该段的COD浓度较高,同时曝气系统提供的气泡停留时间较短,且尚未受到滤料充分的切割作用,所以DO很低(0.1~0.5 mg/L),这就为进行反硝化提供了条件。另外,根据同步硝化反硝化的微环境理论^[5],由于生物膜具有一定厚度,氧在生物膜内的扩散受到限制,产生了DO梯度。生物膜的外表面以好氧的异养菌和硝化菌为主,在内部的微缺氧区则是反硝化菌占优势。同步硝化反硝化反应主要发生在好氧生物膜层与兼氧生物膜层的分界区内,脱氮率随碳氮比的增加而提高。将图4与图2进行对照可以发现,在第1次和第6次取样时缺氧段出水COD浓度达到最高,而BAF对TN的去除率达到最大,这一现象与理论相符。

3.4 对TP的去除效果

对TP的去除效果见图5。

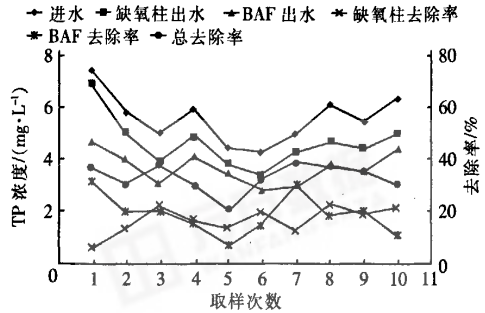


图5 对TP的去除效果

Fig.5 TP removal by combined process

在生物除磷工艺中,厌氧释磷是好氧吸磷的前提^[6],要培养聚磷菌就必须使微生物依次经历厌氧和好氧环境。从图5可以看出该工艺的除磷效果不理想,平均总去除率仅有33.1%。这是由于两个反应器中的微生物相互独立,而没有经历厌氧和好氧交替的生长环境,故不可能培养出大量的聚磷菌。

缺氧段对TP的去除率为15%左右,这是回流硝化液稀释和微生物增殖共同作用的结果。BAF对TP的去除以生物同化作用为主,同时也有一部分非溶解态的磷被滤料层截留、吸附而从污水中去除。BAF对TP的去除率波动较大,分析原因可能是:①在一个运行周期内,滤料层的吸附截留能力逐渐降低;②老化脱落的生物膜逐渐增多,一部分被分解而释放出了磷。

3.5 对SS的去除效果

试验结果表明,缺氧段和BAF对SS均有良好的去除效果,系统出水SS < 20 mg/L,总去除率达到了91.4%。

缺氧段对SS的平均去除率为50.5%,出水SS基本保持在80 mg/L以下。这一方面是污泥床对SS吸附截留的结果,而且在缺氧条件下有部分不溶性有机物被水解为小分子可溶性有机物;另一方面,轻质生物滤料层对悬浮污泥颗粒起到了过滤作用,进一步稳定了出水的SS,确保了后续BAF对进水SS的要求。BAF对SS的平均去除率达到了82.6%,充分体现了其深床过滤的特性。BAF出水SS的主要成分是老化脱落的生物膜和一些穿透滤床的小粒径悬浮物。

(下转第22页)

- 粒污泥的研究[J]. 中国给水排水,2007,23(1):30-33.
- [4] 杨国靖,李小明,曾光明,等. 利用好氧颗粒污泥实现同时除磷脱氮[J]. 中国给水排水,2005,21(2):18-22.
- [5] 高景峰. 沉淀时间及生物膜对实际生活污水形成好氧硝化颗粒污泥的影响[J]. 环境科学,2007,28(6):1245-1251.
- [6] 唐德友,刘和,李光伟,等. 好氧颗粒污泥和絮状污泥脱氮性能及细菌种群分析[J]. 中国环境科学,2006,26(6):732-736.
- [7] 唐艳葵,童张法,张寒冰,等. 颗粒污泥的反硝化除磷研究[J]. 中国给水排水,2007,23(17):32-36.
- [8] 李玉瑛,李冰,郑西来. 好氧颗粒污泥的研究现状[J]. 工业水处理,2006,26(1):13-16.
- [9] 郝晓地,陈新华,戴吉,等. 极具工程化潜力的好氧颗粒污泥技术[J]. 中国给水排水,2006,22(8):1-4.
- [10] Majumder A K, Barnwal J P. A computational method to predict particles free terminal settling velocity [J]. IE (I) Journal,2004,85:17-19.
- [11] Erguder T H, Demirel G N. Investigation of granulation of a mixture of suspended anaerobic and aerobic cultures under alternating anaerobic/microaerobic/aerobic conditions [J]. Process Biochem, 2005, 40 (12): 3732-3741.
- [12] 白晓慧. 利用好氧颗粒污泥实现同步硝化反硝化[J]. 中国给水排水,2002,18(2):26-28.
- [13] 竺建荣,刘纯新. 好氧颗粒污泥的培养及理化特性研究[J]. 环境科学,1999,20(2):38-41.

作者简介:王立东(1982-),男,河南沈丘人,硕士研究生,研究方向为污水生物处理技术。
电话:15902942346
E-mail:lizhuhua@gmail.com
责任作者:李志华
收稿日期:2007-12-25

(上接第18页)

4 结论

① 该工艺将活性污泥法与曝气生物滤池相结合,无需设置初沉池和二沉池,也不需污泥回流,与传统A/O工艺相比,大大简化了工艺流程,具有高效、低耗、占地省、基建费用低、运行管理方便的特点。

② 在气水比为10:1的条件下,BAF出水DO在3.1~4.4 mg/L之间变化,与进水水质变化幅度较大有关。高气水比对延长反冲洗周期具有重大意义,试验中反冲洗周期为6~7 d。

③ 该组合工艺除污效果好,对COD、NH₃-N、TN、TP和SS的平均去除率分别可达94.2%、85.3%、63.6%、33.1%和91.4%。

参考文献:

- [1] 郑俊,吴浩汀. 曝气生物滤池工艺的理论及工程应用[M]. 北京:化学工业出版社,2004.

- [2] 国家环境保护总局. 水和废水监测分析方法(第4版)[M]. 北京:中国环境科学出版社,2002.
- [3] 吕锡武. 同时硝化反硝化的理论和实践[J]. 环境化学,2002,21(6):564-570.
- [4] 周霞,周丹. A²/O除磷脱氮工艺设计计算(上)[J]. 给水排水,2003,29(3):26-29.
- [5] Jetten M S M, Michael Wagner, John F, et al. Microbiology and application of the anaerobic ammonium oxidation (anammox) process [J]. Curr Opin Biotech, 2001, 21: 283-288.
- [6] 尹军,王建辉. 污水生物除磷若干影响因素分析[J]. 环境工程学报,2007,21(3):6-11.

作者简介:郑俊(1965-),男,江苏宜兴人,教授,研究方向为生物膜法污水处理技术。
电话:(0555)2763188
传真:(0555)2763127
E-mail:zhengjun6642@163.com
收稿日期:2008-01-08

活性污泥/BAF组合工艺处理生活污水的研究

作者: [郑俊](#), [宁靓](#), [汪荣](#), [ZHENG Jun](#), [NING Liang](#), [WANG Rong](#)
 作者单位: [郑俊, ZHENG Jun \(安徽工业大学建筑工程学院, 安徽, 马鞍山, 243002; 马鞍山市华骐环保科技有限公司, 发展有限公司, 安徽马鞍山, 243051\)](#), [宁靓, 汪荣, NING Liang, WANG Rong \(安徽工业大学建筑工程学院, 安徽, 马鞍山, 243002\)](#)
 刊名: [中国给水排水](#) **ISTIC** **PKU**
 英文刊名: [CHINA WATER & WASTEWATER](#)
 年, 卷(期): 2008, 24(11)
 引用次数: 1次

参考文献(6条)

1. 郑俊, 吴浩汀. [曝气生物滤池工艺的理论及工程应用](#) 2004
2. 国家环境保护总局. [水和废水监测分析方法](#) 2002
3. 吕锡武. [同时硝化反硝化的理论和实践](#) [期刊论文]-[环境化学](#) 2002(6)
4. 周雹, 周丹. [A2/O除磷脱氮工艺设计计算\(上\)](#) [期刊论文]-[给水排水](#) 2003(3)
5. Jetten M S M, Michael Wagner, John F. [Microbiology and application of the anaerobic ammonium oxidation \(anammox\) process](#) 2001
6. 尹军, 王建辉, 王雪峰, 解艳苹, 霍玉丰, 谭学军. [污水生物除磷若干影响因素分析](#) [期刊论文]-[环境工程学报](#) 2007(4)

相似文献(10条)

1. 学位论文 [杨龙](#) [集约化海水养殖水质调控智能化研究](#) 2005

当前, 海洋渔业特别是捕捞业已面临资源衰退的严峻形势。工厂化高密度海水养殖成为海洋渔业持续稳步发展的新的经济增长点。工厂化养鱼是渔业高科技的最集中的代表, 是世界渔业的发展方向, 也是中国渔业的发展方向。我国的海水工厂化养鱼起步较晚, 研究基础薄弱, 设施设备比较简陋, 与先进国家技术密集型的封闭式循环水养鱼相比, 无论在设备、工艺、产量和效益方面都存在着相当大的差距。最近几年, 在我国的辽宁和山东等地先后建起了工厂化水产养殖车间, 但很多关键技术仍不成熟。目前我国工厂化养殖存在的主要问题之一是不同水体、不同养殖阶段的养殖密度, 投饵量的多少, 养殖水处理设备的规格以及工艺流程的设计等等, 都没有一定的科学依据, 基本是根据经验来进行的。这样一方面会造成养殖密度过大, 水处理效果不佳, 影响鱼类的生长甚至造成死亡; 另一方面会造成养殖水质调控设备消耗过大, 造成不必要的浪费, 提高养殖成本。本文根据狼鲈的生长环境始终处于最佳状态。软件以VisualBasic6.0语言编写, 可在Windows2000、Windows2003、WindowsXP下运行, 能够确定养殖水质调控设备的规格及养殖过程中所需充氧、消毒设备的规格与数量, 为生产厂家提供决策支持, 避免资金浪费或估计不足, 使生产遭受损失, 从而使厂家取得最大的经济效益。本文设计了三种工厂化养鱼水质调控工艺流程。第一种工艺流程是养殖鱼池、生物转盘(硝化阶段、反硝化阶段、去除BOD阶段)、消毒阶段(臭氧消毒或紫外线消毒)。在此工艺流程的基础上, 设计制作了一套RBC水质调控软件。取封闭式循环水鱼类养殖水面1000m², 水深0.8m的设计, 可得出生物转盘硝化阶段的盘片总面积, 生物转盘反硝化阶段的盘片总面积, 生物转盘去除BOD阶段盘片总面积, 所需臭氧发生器的产量, 所需UV灯管的强度等。第二种工艺流程是养殖鱼池、微滤机、曝气生物滤池、臭氧消毒、活性炭吸附。在此工艺流程的基础上, 设计制作了一套BAF养殖水质调控软件。用户输入基本数据后, 可得出微滤机滤网总面积, 进水管总流量, 曝气生物滤池总面积, 滤池总高度, 滤池实际总需氧量, 所需臭氧发生器的产量, 活性炭滤池总面积, 活性炭充填体积, 活性炭每年更换次数, 活性炭层的利用率等。第三种工艺流程是养殖鱼池, 微滤机, 序批式活性污泥池, 臭氧消毒, 活性炭吸附。在此工艺流程的基础上, 设计制作了一套SBR养殖水质调控软件。用户输入基本数据后, 可得出所需微滤机滤网总面积, SBR滤池曝气时间, 进水时间, 周期时间, 反应池容量, SBR滤池总需氧量, 每台曝气装置供氧能力, 所需臭氧发生器的产量, 活性炭滤池总面积, 活性炭充填体积, 活性炭每年更换次数等。同时, 三种软件都能准确得出养殖鱼类的生长及鱼池水质情况, 如个体活鱼的生长率、鱼的总氮氨的排速率、最大耗氧率、鱼池中NH₃的浓度、鱼池所需每日投饵量、鱼池至少需要的增氧量、所需鼓风机的鼓风量等。总之, 这三种软件能够方便快捷地帮助生产厂家在工厂化海水养殖水质调控过程中作出正确的决策。

2. 期刊论文 [肖文胜](#), [徐文国](#), [杨桔才](#), [Xiao Wensheng](#), [Xu Wenguo](#), [Yang Jucai](#) [UBAF处理炼油厂含油废水](#) -[工业水处理](#) 2005, 25(3)

针对炼油厂采用普通活性污泥工艺处理炼油废水, 出水水质经常超标, 且对冲击负荷适应力差的情况, 采用上流式曝气生物滤池(UBAF)工艺对废水进行处理, 运行结果表明, COD_{Cr}、NH₃-N、SS等主要污染物的去除率都超过80%, 出水水质达到或高于GB 8978-1996的第二类污染物一级排放标准。

3. 学位论文 [王浩](#) [曝气生物滤池在污水深度处理中的应用及研究](#) 2008

水资源短缺是全球面临的严重问题, 污水回用是解决这一问题的首选方案。曝气生物滤池在用于城市污水回用方面具有较大的优势, 特别适合我国水处理业所面临的现状。本课题针对石家庄市桥东污水处理厂的二级出水水质设计了一套两级曝气生物滤池的中试装置, 重点对曝气生物滤池的挂膜方式、工艺运行参数的优化筛选、脱氮工艺三个方面进行了研究。研究结果表明: (1) 1#滤柱采用自然挂膜和活性污泥接种相结合的复合式挂膜方式; 2#采用活性污泥接种法的挂膜方式, 8d以后两滤柱均接种成功, 但在生物膜的形成、生长方面前者都是好于后者的。两滤柱串联运行驯化, 10d以后COD的去除率达到了55%, 氨氮达到了40%, 此时可认为挂膜结束。(2) 两级好氧工艺对COD的去除率为65%, 氨氮为95%以上, 出水COD在50 mg·L⁻¹以下, 氨氮在5 mg·L⁻¹以下, 达到了设计要求。同时还发现, 对COD的去除主要发生在1#柱进水端80 cm的范围内, 而对氨氮的去除主要发生在2#柱进水端80 cm的范围内。(3) 缺氧-好氧工艺阶段, 加入了一定量的初沉池出水, 使C/N值达到了4.5~5.5, 在回流比为100%的情况下, COD的去除率达到了80%, 氨氮达到了90%, 总氮达到了65%, 出水总氮在15 mg·L⁻¹以下, 达到了出水要求。加大反硝化负荷, 将进水的总氮增加到55mg·L⁻¹, 在回流比为150%时, 出水的COD、氨氮、总氮也都达到了设计要求。该工艺对TP都有一定程度的去除率, 但达不到出水要求, 需要做进一步的后续处理。(4) 反冲洗采用先气-水联合反冲洗, 再单独水漂洗的方式。第一阶段较为合适的反冲气量为9 L·(m³·s)⁻¹, 水量为1.8 L·(m³·s)⁻¹, 冲洗历时取15 min。单独水漂洗的水量为1.5 L·(m³·s)⁻¹时, 历时10 min。

4. 学位论文 李久义 强化絮凝/生物组合工艺处理城市污水的研究 2003

强化絮凝处理城市污水已成为近年国内外研究与应用热点问题之一。该文在系统地论述强化絮凝及其生物组合工艺技术与应用现状的基础上,针对中国现阶段城市污水处理面临的投资费用短缺以及传统活性污泥系统除磷效果低的问题,对强化絮凝/曝气生物滤池组合工艺处理城市污水以及活性污泥系统化学沉淀除磷工艺技术进行了系统地研究,为城市污水处理提供了经济实用的处理方法和工艺。

5. 会议论文 陆继来,夏明芳,任洪强,赵璇,王志良,邓延慧 毛纺废水处理提标改造 2007

针对纺织行业的“二升一”要求,某毛纺厂采用预曝气-混凝-活性污泥-曝气生物滤池的组合工艺进行了改造。运行结果表明对COD、BOD₅、SS、色度的去除率分别为93%、98%、87%、94%,出水水质可以稳定达到一级标准要求。

6. 期刊论文 陆继来,夏明芳,任洪强,赵璇,严永红,王志良 毛纺废水处理工程改造—给水排水2007, 33(7)

某毛纺厂生产废水采用混凝沉淀-接触氧化工艺处理,为使出水达到《纺织染整工业水污染物排放标准》(GB 4287-92)一级标准要求,采用兼氧调节池-混凝沉淀池-活性污泥池-曝气生物滤池(BAF)的组合工艺进行了改造。运行结果表明对COD_{Cr}、BOD₅、SS、色度的去除率分别为93%、98%、87%、94%,出水水质可以稳定达到一级标准要求。

7. 学位论文 张连科 曝气生物滤池处理生活污水的试验研究 2006

曝气生物滤池是符合我国国情的高效低耗城市污水处理新工艺,近十几年来发展迅速,将成为解决我国所面临的严峻的水环境污染和水资源短缺问题的主要技术途径之一。本文对采用上流式曝气生物滤池处理模拟生活污水进行了试验研究和理论分析。考察了该工艺的处理效果,并研究气水比、水力负荷、污染物容积负荷和滤料层高度等因素对曝气生物滤池处理性能的影响。曝气生物滤池采用“接种活性污泥再连续流培养”的挂膜启动方式所需时间较短,大约经过24天左右的时间即可挂膜成功,COD、氨氮去除率分别稳定在75%、60%左右。长期运行试验结果表明,曝气生物滤池对COD、氨氮及浊度等具有良好的去除效果,平均去除率分别达到88.1%、60.1%和95.1%。曝气生物滤池处理性能的影响因素主要有:气水比、水力负荷、污染物容积负荷及滤料层高度等。其中气水比对COD的去除影响很小,而对氨氮的影响却较大,保持气水比5:1即可达到碳氧化和硝化的合并处理。在水力负荷对曝气生物滤池处理性能的影响研究中发现,气水比为5:1时,水力负荷在0.21m³/(m²·h)~0.63m³/(m²·h)之间变化,反应器对COD的去除率基本不受影响,但对氨氮的去除率影响较大,随着水力负荷的升高氨氮的去除率呈明显的降低趋势。对于实验所采用的120cm填料高度上向流曝气生物滤池,降解COD的最佳滤料层为0~70cm段;氨氮去除的最佳滤料层为40~100cm段;悬浮物在0~40cm处即可获得较高的去除率。反冲洗是影响曝气生物滤池处理性能的主要因素之一。对曝气生物滤池的反冲洗方式、反冲洗强度和反冲洗周期的研究表明,曝气生物滤池的反冲洗周期可以通过水头损失和出水水质来确定,水力负荷对反冲洗周期的影响较大,随着水力负荷的增加,反冲洗周期减小。采用先气洗再气-水联合反冲洗最后清水漂洗的反冲洗方式可以取得良好的反冲洗效果,反冲洗参数为:反冲洗气量10~12L/(m²·s),冲洗历时3min,气-水联合反冲洗时反冲洗水量4~5L/(m²·s),气量保持不变,反冲洗历时5min,最后单独水漂洗强度10~12L/(m²·s),历时10~12min。

8. 学位论文 张文艺 曝气生物滤池滤料的制备及滤池工艺特性研究 2007

本文通过对煤矸石及其热产物微结构研究,提出了以煤矸石为原料制备曝气生物滤池滤料配方与烧成工艺,揭示出制备比表面积大、孔隙率高的曝气生物滤池滤料烧成机理,并对制备的滤料进行了TiO₂改性和光催化降解污水处理试验;进行了曝气生物滤池生物强化处理微污染河水试验,并以城市污水、含无机氮废水、有机氮废水为处理对象,研究了曝气生物滤池沿程生化特性、硝化特性及沿程生物特性,建立了曝气生物滤池数学模型,并开发出了计算机模拟仿真软件。主要研究内容和研究结果如下:(1)通过对煤矸石及不同温度下热处理后的煤矸石粉体进行普通显微光学分析,观察到煤矸石及其热产物矿物形貌。通过SEM、EDS、XRD、DTA和IR分析,揭示出煤矸石及不同温度下热处理后的煤矸石粉体的矿物相特征与晶体结构,得出煤矸石在不同高温烧成阶段中,其中所发生的矿物结构及其化学反应过程,并辨别出反应产物,进而较系统地煤矸石及其热产物进行了矿物学微结构基础研究,揭示出煤矸石在高温环境中所发生的矿物相变化规律,从而为煤矸石综合利用用于各种用途时的热处理程度提供基础性研究成果。例如,用作水泥熟料或混凝土胶凝剂时则主要利用其中的γ-Al₂O₃和无定型SiO₂,则以800℃—900℃热处理为宜,用作玻璃体粘料时,则以900℃—1000℃热处理为宜,用作烧制陶粒时应以1100℃—1200℃热处理为宜,用作高强度烧成砖时应以1150℃—1300℃热处理为宜,用作烧制瓷器材时应以1300℃以上热处理为宜。得出以煤矸石为主要原料生产球型多孔轻质污水处理滤料主要原料配比为:煤矸石50~99%,粉煤灰0~25%,膨脹剂0.5~1.0%。所得成品滤料主要性能参数为:比表面积6.0~8.6m²/g,孔隙率40~50%,堆密度0.9~1.1g/cm³,磨擦率<2.0%,平均孔径85~19μm。其中最佳配方为:煤矸石94%,粉煤灰5%,膨脹剂1%,水加入量百分比20%(即原料总量的20%)。最佳烧成参数为:从105℃升温至400℃时恒温30min后再升温至烧成终点,终温1150℃,终温烧成时间10min。煤矸石制备多孔、轻质、高比表面积、耐磨、抗腐蚀滤料的烧成机理是:高温煤矸石中的元素以硅铝为主要成分,类似于粘土的化学组成,易于烧成形成陶状结构特性。煤矸石内部物质高温烧成过程产生的CO、CO₂、水蒸气及有机质燃烧所产生的气体被包入液相中而形成气泡,气泡内压力使滤料迅速膨胀而逸出,形成内外连通的多微孔状结构,使得滤料具有较大的比表面积和孔隙率。(2)以氟钛酸铈和硼酸为原料,采用液相沉积法对煤矸石烧成滤料表面进行纳米TiO₂改性。SEM、EDS、XRD分析表明,滤料表面粗糙多孔,产生的晶体TiO₂薄膜分散度高,纳米级TiO₂晶体平均粒径达30~50nm,比表面积由改性前的4.0m²/g增至8.1m²/g。TiO₂—紫外光催化氧化降解微污染原水试验表明,改性滤料具有良好的光催化活性,有机酚去除率达到98%、细菌去除率达到75%;曝气、pH值、流量是影响纳米TiO₂改性滤料光催化活性的主要影响因素。TiO₂—紫外光催化氧化可降解微污染原水中“三致”有机有毒污染物、杀灭细菌和病毒,大幅提高饮用水水质,并具有成本低、操作简单、易于控制、无污染等优点,是一种理想的微污染原水深度处理技术。(3)应用曝气生物滤池生物强化工艺,以高比表面积粉煤灰陶粒为滤料,对城市郊区重污染河水进行处理试验。结果表明,曝气生物滤池工艺对重污染河水中的浊度、高锰酸盐指数(COD_{Mn})、氨氮、细菌的平均去除率均达到85%以上,出水水质达到了地表水环境质量标准(GB3838-2002)中的基本项目目标限值中的Ⅱ—Ⅲ级标准,可作为工业生产用水。应用曝气生物滤池生物强化法处理重污染河水适宜的工艺参数是:气水比0.5~1.0,反冲洗周期为3d~5d,气水联合反冲洗强度均为5~8 L/(m²·s),反冲洗时间为10~15min,温度23℃~30℃,pH值7.0~8.5,污泥负荷0.2~0.6kgCOD_{Mn}/(kgMLSS·d),滤速1.5~4.5m³/(h·m²)。上向流曝气生物滤池处理COD_{Cr}200mg/L—400mg/L之间的低浓度生活污水,其对COD_{Cr}的去除主要发生在滤料层相对高度为0.75以下的部分,对NH₃-N的去除主要发生在滤料层相对高度为0.25~0.42之间,对SS的去除主要发生在滤料层相对高度0.42以下。(4)以无机氮、有机氮为处理对象,在不加任何有机碳源的情况下,研究曝气生物滤池中无机氮、有机氮转化规律、动力学模式与沿程生物特性。其中,无机氮转化规律及沿程生物有如下规律:曝气生物滤池相对高度0.52以下部分氨氮负荷高,营养丰富,微生物繁殖快,数量多且活性高,此区间硝化速率高,进水中70%以上的NH₃-N在此区间被硝化。滤料上部氨氮负荷低,微生物数量相对较少,硝化速率低;随着NH₃-N的硝化,N0₃-N浓度沿程逐渐增大,滤池相对高度0.52以下部分NO₃-N浓度增加速率最快;反应器中的NO₂-N含量较低,这是由于较高DO浓度水平下,无NO₂-N积累;在高DO浓度、无有机碳源条件下曝气生物滤池沿程TN浓度基本维持不变,反应器内基本上以硝化反应为主,进水NH₃-N大部分转化为NO₃-N;仅在反应器底部,相对高度0.29以下,生物膜内部因缺氧发生了部分的反硝化反应;依据Eckenfelder模式,曝气生物滤池中的无机氮转化动力学方程为:Se=S₀exp(-0.0134D/L1.2612),在含有机碳源、不含有机碳源、滤池高度不同情况下,模型预测值和实测数据均基本一致。有机氮转化规律及沿程生物有如下规律:在处理含DON废水时,氯化作用与硝化作用是同步进行的,在相对高度0~0.29之间氯化作用大于硝化作用;在相对高度0.29~1.0之间氯化作用速率与硝化作用速率基本相等;反应器内以硝化、氯化为主,近90%以上的DON转化为NO₃-N;反应器内NO₂-N含量较低,高DO情况下,生成的NO₂-N会被氧化成NO₃-N。由于反应器内无有机碳源,反硝化菌难以生存,因而未见明显的反硝化反应;受沿程营养物浓度及生长环境不同的影响,曝气生物滤池由下向上生物量呈逐渐递减的趋势;其各段内均能形成稳定的生态系统;沿程OUR呈现逐渐递减的趋势,数量级为102mgO₂/(g生物量×h)。滤料材质、比表面积等参数对曝气生物滤池硝化性能有一定影响,就滤料材质而言,颗粒活性碳滤料、煤矸石烧成滤料池的生物膜硝化负荷较高。就理化性能来说,滤料比表面积越大,滤池硝化负荷越高,而滤料孔隙率与滤池硝化负荷之间无明显关系。(5)通过研究、推导曝气生物滤池模型,进行曝气生物滤池工艺计算机可视化软件开发,实现了曝气生物滤池工艺计算机模拟仿真与设计可视化。提出曝气生物滤池反应器反应动力学模型特点与参数传递公式。以非稳态系统来观察曝气生物滤池,将曝气生物滤池分成若干个微元区段,每个区段看成是完全混合式活性污泥系统,其生物降解动力学借用活性污泥动态模型ASM来考察。在滤料层内,在气、水交界面上没有限制性基质传递,在进口处不存在基质浓度梯度,可忽略进水(污水)中溶解性氧的存在。以扩散型透过生物膜液膜的基质传递速率等于生物膜内生物反应的基质消耗速率(以单位时间单位面积生物膜表示),且液膜内无纵向混合,滤料层无论是黏附在滤料表面生物膜,还是悬浮于滤料层间隙的生物膜,均看成是生物活性物质,以MLSS或MLVSS计。由于过滤而吸附的颗粒物为主要因素时,忽略生物膜老化脱落而形成的阻力,而将其归结为纯过滤阻力,以颗粒物松弛比沉积量和过滤阻力作为确定滤池反冲洗周期的依据。较完整的曝气生物滤池数学模拟模型应包括:曝气生物滤池中的过滤数学模型、水力学(水力阻力)模型、基于Lawrence—McCarty稳态模式的曝气生物滤池生物反应动力学数学模型、基于ASM非稳态模式的曝气生物滤池生物反应动力学数学模型(模型)模型、氧的利用与溶解氧浓度分布数学模型。论文还开发了基于上述数学模

型的曝气生物滤池工艺计算机数值模拟与可视化仿真设计软件,并与实验室试验结果及国内外有关论文成果数值进行了验证,结果表明所开发的模型计算机仿真模拟结果与实际基本一致。

9. 期刊论文 邹伟国, 陆嘉文, 张辰, 李正明, 虞寿枢 曝气生物滤池在脱氮除磷工艺中的应用 -环境工程2004, 22 (5)

对曝气生物滤池的主要特点进行分析,介绍了曝气生物滤池进行脱氮除磷的工艺,着重对PASF脱氮除磷工艺的原理、特点进行阐述,提出结合活性污泥与曝气生物滤池进行生物脱氮除磷工艺,能成功解决常规脱氮与除磷的泥龄矛盾、反硝化与聚磷菌厌氧释磷的矛盾,提出各种组合工艺为曝气生物滤池在污水处理中应用提供广阔的应用前景。

10. 学位论文 张文启 煤气废水好氧-缺氧-好氧新型处理工艺及强化技术研究 2005

煤气废水水质变化大、毒性强、污染物浓度高,长期以来废水处理问题一直没有得到有效的解决,绝大多数企业都不能达标排放,是我国水体的主要工业污染源之一。

目前,生物法是煤气废水处理的主要方法,采用的工艺主要是活性污泥法,该工艺在处理过程中存在的主要问题是系统运行不够稳定、对难降解有机物和NH₄⁺-N去除效果差等。本研究试图通过增加物理化学预处理法、改善生物处理的生化环境、添加固体复合矿物材料(简称白土添加剂)、改变系统反应器构型及采用臭氧预氧化等方法,来强化传统煤气废水生物处理效果。

本文首次采用酸化破乳方法对煤气废水进行预处理。酸化破乳处理可以有效地去除煤气废水中难生物降解的乳化焦油,改善污泥性状,强化后续生物处理效果;在废水酸化破乳处理过程中添加少量小颗粒矿物材料,可以改善析出有机絮体的结构和密度,加速絮体的沉降,提高沉淀物的脱水率,强化废水处理效果。

微生物生化环境决定了污染物的生物降解途径,进而控制着废水处理效果;而废水在不同生化环境中的处理效果可以指示污染物高效的降解途径,选择适宜的生化环境。通过上述研究路线,确定以好氧生化环境为主导,结合缺氧环境的思路,首次开发出好氧(O)-缺氧(A)-好氧(O)顺序的新型煤气废水生物处理工艺,该工艺较好地解决了废水中毒性物质对NH₄⁺-N和难降解有机物降解的抑制作用,提高了COD和NH₄⁺-N的总体去除效果。

好氧-缺氧-好氧工艺中第一处理单元采用的是普通活性污泥法,在运行过程中稳定性较差,处理效果不理想,需要采取强化措施。本文首次采用白土添加剂强化普通活性污泥工艺。实验表明,当废水总酚含量在188.9mg/L~312.4mg/L范围内时,白土添加剂可以明显提高微生物的活性,每分钟溶解氧消耗量最高可增加27%左右,从而改善了污泥性状,也强化了废水处理效果;通过对比分析白土添加剂及粉末活性炭对废水COD、挥发酚、pH、总酚和溶解氧浓度的影响特征,认为白土添加剂对酚类物质的吸附及固体表面对溶解氧的富集作用是其强化微生物活性的主要机制。

由于煤气废水COD和NH₄⁺-N含量高、浓度变化幅度大,本研究采用以活性炭和沸石为生物载体的生物膜反应器构型,利用其对污染物吸附-生物再生和吸附-脱附原理,提高了COD和NH₄⁺-N的去除效果,减小了出水COD和NH₄⁺-N浓度的变化幅度。

煤气废水生物处理出水可生化性较差,而单独采用物理化学法处理成本较高,需要通过化学法预氧化提高废水的可生化性,再继续生物处理。实验表明,臭氧预氧化可以有效地去除废水的色度,对COD有一定的去除作用,在240mg/L的投量下可以提高废水的可生化性;废水O₃-BAC工艺小试实验表明,系统对COD去除效果较好,出水平均为87mg/L,基本可以达到废水排放标准对COD的要求;对NH₄⁺-N去除效果一般,处理出水的NH₄⁺-N平均浓度为45mg/L,总去除率平均为49%。

通过上述研究,本文开发出酸化破乳预处理-白土活性污泥(O1)-活性炭缺氧滤池(A)-沸石曝气生物滤池(O2)-臭氧生物活性炭(O3+BAC)总体处理工艺,并着重对其中生物处理工艺进行了较长时间的小试和中试废水处理试验。

煤气废水生物处理小试试验表明,新工艺在进水COD较高的条件下可以稳定运行,其中白土-活性污泥处理单元起到了至关重要的作用。系统在平均进水COD为2204mg/L、NH₄⁺-N含量为244mg/L的条件下,COD和NH₄⁺-N去除率分别可达87.6%和80%,提高了常规的煤气废水生物处理功效;减少系统水力停留时间(HRT)后,对系统COD去除率影响不大,但影响NH₄⁺-N去除效果,NH₄⁺-N去除率降为67%。

煤气废水生物处理中试试验表明,生物处理系统运行稳定,有机污染物去除效果好。其中,白土-活性污泥处理单元的挥发酚去除率可以达到99%,出水一般均低于0.5mg/L,已达到国家一级排放标准,而该单元的COD和总酚的去除效果也很好,分别可达80%和85%,强于小试试验结果;在进水COD大于2000mg/L的条件下,系统总体COD和总酚的去除效果较好,去除率分别为83%和87%;系统COD容负荷的变化对COD和酚类的去除率影响不大,然而负荷提高后,生物处理反应器中的水温应注意控制;生物处理系统NH₄⁺-N处理效果较差,总去除率为45%左右,低于小试试验结果,其中白土-活性污泥单元NH₄⁺-N去除率降低了22%,曝气生物滤池NH₄⁺-N去除率降低了36%,推测主要是由于曝气生物滤池的操作控制问题引起的。

色谱-质谱联机(GC-MS)测试结果表明,废水在生物处理过程中,有机物种类明显减少。废水中的有机污染物经过白土-活性污泥单元处理后,大部分的短链烃和结构较简单的酚、酮、羧酸和脂类被降解,而一些结构复杂的杂环烃类和多环芳烃类则残留下来;缺氧处理单元去除了一些结构复杂的有机物;废水经曝气生物滤池处理后有机物种类进一步减少,主要残留下一些芳香酮和芳香酯类化合物。

引证文献(1条)

1. 张岩, 郭岩, 白玉华, 谈玲玲, 尤晓光, 王越博, 陈娇, 小山登一郎 单槽泳动床反应器脱氮及去除有机物研究[期刊论文]-中国给水排水 2009(11)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_zgjsps200811005.aspx

下载时间: 2009年12月29日