

斜发沸石替代石英砂强化生物过滤除污染性能

田家宇¹, 陈忠林¹, 梁恒¹, 王威², 李圭白¹

(1. 哈尔滨工业大学 市政环境工程学院, 哈尔滨 150090, E-mail: tjy800112@163.com;
2. 机械工业第三设计研究院, 重庆 430039)

摘要: 为提高生物活性滤池(BAF)用于饮用水处理的除污染效能, 滤料的优化选择至关重要. 通过连续流动态模型实验, 考察采用斜发沸石替代石英砂对于BAF生物过滤性能的强化作用. 结果表明, 沸石滤料生物活性滤池(BAF-1)去除水中污染物的能力明显优于石英砂滤料生物活性滤池(BAF-2). 与BAF-2比较, BAF-1的 COD_{Mn} 去除率提高13%~18%, UV_{254} 去除率提高6.8%~8.4%, 氨氮去除率提高8.8%~16.5%, 而滤后水浊度降低17%~21%; 此外, BAF-1细菌总数去除率比BAF-2提高8.6%, 但两种滤料的BAF均不会导致滤后水细菌总数的增加. BAF-1通过吸附、离子交换、生物氧化等多种机制协同作用促进水中污染物的去除, 表现出更为优良的饮用水除污染效能.

关键词: 沸石; 石英砂; 生物活性滤池(BAF); 饮用水

中图分类号: TU991.24 **文献标识码:** A **文章编号:** 0367-6234(2008)04-0571-05

Enhancement of pollutants removal in biological activated filter (BAF) with clinoptilolite substituting quartz-sand as filter media

TIAN Jia-yu¹, CHEN Zhong-lin¹, LIANG Heng¹, WANG Wei², LI Gui-bai¹

(1. School of Municipal and Environmental Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin 150090, China, E-mail: tjy800112@163.com; 2. Third Design and Research Institute, Mi China, Chongqing 430039, China)

Abstract: The enhancement of pollutants removal through biological filtration in BAF with clinoptilolite substituting quartz-sand as the filter media was investigated based on dynamic-pilot experiment. The results showed that the BAF with clinoptilolite (BAF-1) was much more effective for the elimination of organic and inorganic pollutants than that with quartz-sand (BAF-2). The removal efficiencies of COD_{Mn} , UV_{254} and NH_3-N by BAF-1 treatment were increased 13% - 18%, 6.8% - 8.4% and 8.8% - 16.5% respectively than those by BAF-2 treatment. The effluent turbidity of BAF-1 was decreased 17% - 21% than that of BAF-2. No bacteria accumulation was observed in the effluents of both BAF-1 and BAF-2. The removal of total bacteria by BAF-1 was 8.6% higher than that by BAF-2. BAF-1 shows a better potential of pollutants removal in drinking water treatment due to the synergetic effects of adsorption, ion-exchange and biodegradation.

Key words: clinoptilolite; quartz-sand; biological activated filter(BAF); drinking water

面对水源水质的恶化, 常规处理工艺已不能保证生活饮用水水质的安全. 受污染水源水经常规的混凝、沉淀及过滤工艺只能去除有机物的20%~30%. 地面水源中普遍存在的氨氮问题常

规处理也不能有效解决. 大量研究表明, 生物活性滤池(BAF)是饮用水深度除污染的一种行之有效的方法^[1,2]. BAF工艺不同于常规过滤工艺, 其采用的滤料上没有附着生长的生物膜, 主要用来除浊; 也不同于生物预处理工艺, 其采用的滤料较粗, 主要用来去除有机物和氨氮. BAF工艺以易于微生物附载的滤料替代传统滤料来强化常规过滤, 可同时满足除浊功能和生物净化功能. 在水源水未预加氯或待滤水中有效氯含量较低的情况

收稿日期: 2006-04-11.

作者简介: 田家宇(1979—), 男, 博士研究生;

陈忠林(1967—), 男, 教授, 博士生导师;

李圭白(1931—), 男, 教授, 博士生导师, 中国工程院院士.

下,石英砂滤料上也能生长出具有除污染效能的生物膜。但是,由于石英砂滤料表面孔隙少,比表面积和等电点低,通常情况下呈电负性^[3],不利于细菌的富集生长。因此,滤料的优化对于生物活性滤池至关重要。沸石是一组非常引人注目的无机物,有着巨大的内表面积,具有独特的吸附、离子交换和催化性能,能有效去除有机物、氨氮等多种污染物,表现出优良的水处理效果。

采用以实际沉淀池出水、配水相结合的方式,通过滤柱模型实验,系统地研究以沸石滤料替代石英砂之后,进行生物挂膜,生物强化去除 COD_{Mn}、UV₂₅₄、氨氮、浊度等污染物质的效能。

1 实验

1.1 实验装置

如图1所示,生物活性滤池模型为两套平行装置,有机玻璃加工,尺寸 Φ140 mm × 4000 mm。底部采用 8~16 mm、4~8 mm 卵石承托层各50 mm。

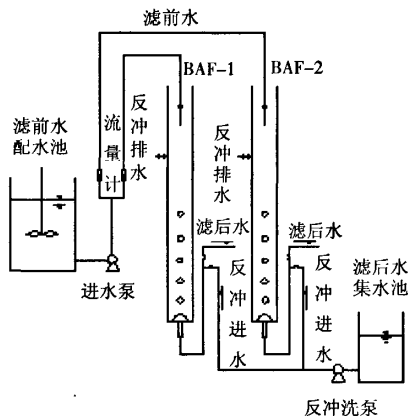


图1 实验装置示意图

BAF-1 填充斜发沸石,BAF-2 填充石英砂,均选用 0.8~1.2 mm 的均质滤料,滤层厚度均为 1200 mm。反应器内径大于滤料平均直径 50 倍时,可消减反应器的边界效应,实验结果可用于生产实际^[4,5]。本实验中两组模型反应器的该比值均为 140。

1.2 实验方法

该实验在东莞某水厂进行,水厂以东江为水源,水源水质如表 1 所示。实验用水取自水厂实际沉淀池出水。自 2005 年 6 月开始对两组实验滤柱进行自然挂膜。在挂膜初期,采用沸石滤料的 BAF-1 除 NH₃-N 效率很高,这主要缘于沸石对 NH₃-N 的选择性离子交换作用。经约 15 d 左右的运行后 BAF-1 的除 NH₃-N 效果逐渐变差并达到谷底,可认为沸石对 NH₃-N 的离子交换容量达到饱和。之后 BAF-1 的 NH₃-N 去除率又逐渐回升,并可观察到沸石滤料上已有生物膜形成,认为其对 NH₃-N 的去除主要由离子交换作用转化为生化作用。经过 3 个多月的运行,两组 BAF 的除 COD_{Mn}、NH₃-N 能力达到稳定状态,标志着滤料上生物膜的成熟。之后过滤装置采用变水头等速过滤运行方式进行,滤速恒定为 8 m/h,过滤周期 48 h。反冲方式采用单独水反冲洗,反冲用水为装置滤后水,历时 15 min,滤层膨胀度控制在 40% 左右。

1.3 检测项目

COD_{Mn} 采用酸性高锰酸钾法,NH₃-N 采用纳氏试剂分光光度法,细菌总数采用平皿计数法进行测定;浊度采用 HACH2100N 台式浊度仪,UV₂₅₄ 采用 752N 紫外可见分光光度计,溶解氧(DO)采用 JPBJ-608 便携式溶氧仪,pH 采用 PHS-3C 精密 pH 计,温度采用温度计进行测定。

表 1 水源水质情况

pH	水温 ℃	浊度 NTU	总碱度 mg · L ⁻¹	总硬度 mg · L ⁻¹	ρ(NO ₃ ⁻ -N) mg · L ⁻¹	ρ(NH ₃) mg · L ⁻¹	ρ(COD _{Mn}) mg · L ⁻¹
6.99~7.5	23~31	25~51	27~33	11.6~45	0.60~2.83	0.2~0.96	0.86~2.96

2 结果与分析

实验期间,水源水质比较稳定。以沉淀池出水进行配水作为实验用水。其中配入 NH₄Cl 使氨氮浓度达到 1.60 mg/L 左右。在配水阶段一,有机负荷采用实际沉淀池出水中自身携带的有机物;在配水阶段二,沉淀池出水中另配入

1 mg/L 牛肉膏 + 1 mg/L 蛋白胨 + 1 mg/L 葡萄糖;配水阶段三则另配入 2 mg/L 牛肉膏 + 2 mg/L 蛋白胨 + 2 mg/L 葡萄糖。各个配水阶段的主要水质情况见表 2。

若处理系统对目标污染物的去除效果稳定 5 d 以上,则认为该系统达到稳定状态^[6,7]。本实验中各个阶段均稳定运行一周以上。

表2 各配水阶段的滤前水质

滤前水质	阶段一	阶段二	阶段三
$\rho(\text{COD}_{\text{Mn}})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	1.04 ~ 1.29	1.35 ~ 1.56	1.58 ~ 1.92
$\text{UV}_{254}/\text{cm}^{-1}$	0.021 ~ 0.022	0.025 ~ 0.026	0.028 ~ 0.029
$\rho(\text{NH}_3 - \text{N})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	1.60 ~ 1.68	1.53 ~ 1.66	1.56 ~ 1.66
浊度/NTU	1.80 ~ 2.30	2.00 ~ 2.60	2.00 ~ 2.50

2.1 沸石替代石英砂强化去除 COD_{Mn}

COD_{Mn} (耗氧量)是反映水质受到污染(特别是有机污染)的替代水质指标之一,与水的感官性质、水致肠道疾病、水的致突变性、致癌性等均呈正相关关系^[8]。由图2可以看出,在各个运行阶段,采用沸石滤料的BAF-1除 COD_{Mn} 效能均明显优于采用石英砂的BAF-2。在滤前水完全相同的情况下,配水阶段一时,采用沸石滤料的BAF-1 COD_{Mn} 去除率平均为27.0%,采用石英砂滤料的BAF-2为14.0%;配水阶段二时BAF-1的 COD_{Mn} 平均去除率升至38.0%,BAF-2为22.0%;在配水阶段三,BAF-1的 COD_{Mn} 去除率平均为40.0%,而BAF-2仍为22.0%。随着滤前水中 COD_{Mn} 质量浓度的增加,两组滤柱对 COD_{Mn} 的去除量和去除率均随之增加。在整个实验期间,BAF-1的 COD_{Mn} 去除率始终高于BAF-2 13.0%~18.0%。而且BAF-1的 COD_{Mn} 去除率相对比较稳定,BAF-2则波动性较大。

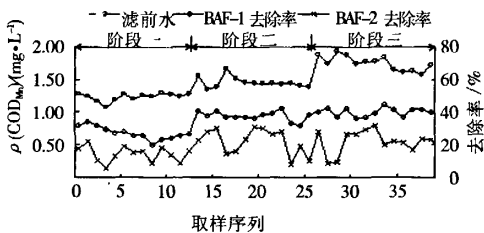


图2 斜发沸石替代石英砂强化去除 COD_{Mn} 效能

天然沸石表面极性较强,内部孔隙较小,能有效吸附水中极性较强的小相对分子质量溶解性有机物^[9]。而这些有机物又易于生物降解,为微生物的富集生长提供了充足的营养物质。因此,沸石滤料上能培养出大量活性较高的生物膜,这些生物膜既能直接降解水中的有机物质,又能对沸石的选择吸附性能起到再生的作用,从而使生物沸石反应器始终保持较高的有机物去除率。同时由于沸石表面粗糙,存在大量孔隙,能够有效避免反冲洗时生物膜的脱落、丢失。而石英砂表面光滑,比表面积小,既不利于微生物的生长,也不能在反冲洗时为微生物提供保护,故其除有机物效果不如沸石,并且波动较大。

万方数据

2.2 沸石替代石英砂强化去除 UV_{254}

UV_{254} 对于测定水中天然有机物如腐殖质等具有重要意义,因为这类物质含一部分芳香环,又是天然水体中主要的有机物质,可作为TOC及三卤甲烷THMs前驱物的替代参数^[10]。

图3显示了两种活性滤料的生物活性滤池的除 UV_{254} 效能。在配水阶段一,采用沸石滤料的BAF-1 UV_{254} 去除率为27.3%~40.9%,平均33.6%,而采用石英砂滤料的BAF-2为18.2%~31.8%,平均26.8%;在配水阶段二,BAF-1 UV_{254} 去除率为42.3%~53.8%,平均46.9%,BAF-2为26.9%~44.0%,平均38.5%;在配水阶段三,BAF-1 UV_{254} 去除率为41.4%~53.3%,平均47.0%,BAF-2为31.0%~43.3%,平均38.6%。随着滤前水 UV_{254} 值的升高,两组滤柱的 UV_{254} 去除率也随之增高。整个实验期间,沸石滤料生物活性滤池的 UV_{254} 平均去除率比石英砂滤料高6.8%~8.4%。

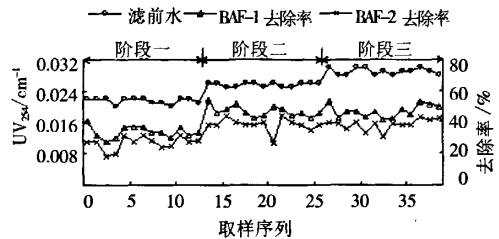


图3 斜发沸石替代石英砂强化去除 UV_{254} 效能

2.3 沸石替代石英砂强化去除氨氮

饮用水常规处理工艺对氨氮的去除率较低。采用折点加氯法去除水中氨氮时,加氯量大,费用高,同时会生成大量具有“三致”作用的卤代消毒副产物。在管网系统中,氨氮浓度为0.25 mg/L时就足以使硝化细菌生长繁殖,造成饮用水的生物不稳定性^[11]。

如图4所示,在配水阶段一时,采用沸石滤料的BAF-1氨氮平均去除率为96.7%,采用石英砂滤料的BAF-2为87.9%。之后,随着待滤水中有机负荷的增加,两组滤柱除氨氮能力均有下降。在配水阶段二,BAF-1除氨氮效率平均为75.4%,而BAF-2仅为62.4%;到了配水阶段

三,BAF-1的氨氮去除率平均为63.1%,BAF-2则降至46.6%。随着滤前水有机负荷的增高,两种滤料的生物活性滤池除氨氮能力均有下降。这是由于降解有机物的异养菌处于对溶解氧和生存空间竞争的优势地位,对硝化菌的生长繁殖产生了不利的影响。而整个实验期间,沸石滤料生物活性滤池氨氮去除率高于石英砂8.8%~16.5%。

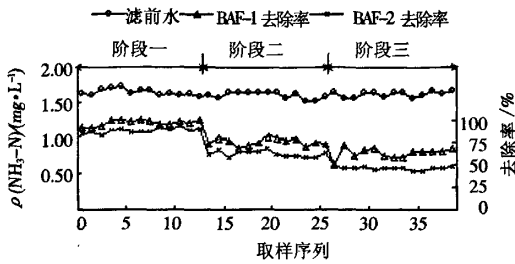


图4 斜发沸石替代石英砂强化除NH₃-N效能

天然斜发沸石对氨氮有较强的选择交换能力,沸石滤料生物活性滤池对氨氮的去除是生物氧化、吸附、离子交换共同作用的结果。生物氧化作用既能直接去除水中的氨氮,又能对沸石的吸附、离子交换能力起到再生作用,因此生物沸石能始终保持着较高的氨氮去除率。而石英砂滤料比表面积小,表面光滑,既不利于硝化菌的生长,又无吸附、离子交换作用。因而除氨氮效果较差。

2.4 沸石替代石英砂强化除浊

浊度大小与水中细菌、致病病毒、原生动细胞囊等微生物的多少存在正相关关系^[12]。作为传统过滤的强化工艺,BAF必须尽可能降低滤出水浊度。图5显示了两组BAF除浊效能的对比情况。在配水阶段一时,滤前水平均浊度为2.12 NTU,采用石英砂滤料的BAF-2出水平均浊度为0.18 NTU,采用沸石滤料的BAF-1为0.15 NTU,比BAF-2降低了约17%;在阶段二,滤前水浊度平均为2.27 NTU,BAF-2出水平均为0.24 NTU,BAF-1为0.20 NTU,同样比BAF-2降低了约17%;在阶段三,滤前水浊度平均为2.25 NTU,BAF-2出水平均为0.34 NTU,BAF-1则为0.27 NTU,比BAF-2降低约21%。实验结果表明,两组滤柱的出水浊度均随着滤前水有机物浓度的提高而逐渐增大。这是因为水中有机物的存在能增加无机胶粒的Zeta电位值,使得无机胶粒更趋于稳定^[13]。而整个实验期间,BAF-1的滤后水浊度始终低于BAF-2约0.03~0.07 NTU,具有更加优良的除浊性能。

两组滤柱均能产生低浊水。在生物活性滤池内,有两种作用参与除浊:一是传统滤池的黏附截万方数据

留作用;二是滤料上生物膜借助较大的比表面积及胞外粘性分泌物产生的生物吸附作用。沸石滤料上能生长出比石英砂更多的、活性更高的生物膜,因此,其除浊性能优于石英砂滤料。

2.5 沸石替代石英砂降低滤后水细菌总数

作为强化传统过滤的深度处理工艺,生物活性滤池的出水将进入清水池,并送入用水管网中。因此其出水的细菌问题一直为人们所关注。图6所示为两种滤料的生物活性滤柱进出水细菌总数情况。

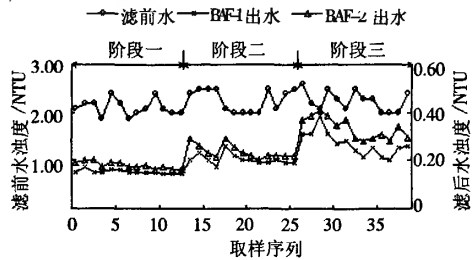


图5 斜发沸石替代石英砂强化除浊效能

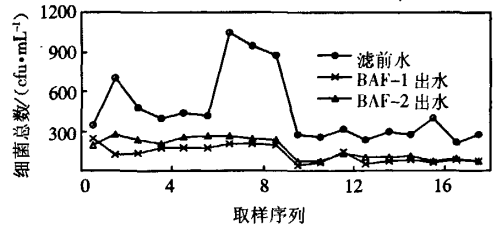


图6 斜发沸石替代石英砂降低滤后水细菌总数

由图可见,在滤前水细菌总数212~1050,平均455 cfu/mL的情况下,采用沸石滤料的BAF-1出水细菌总数为43~243,平均127 cfu/mL,平均去除率69.9%;而采用石英砂滤料的BAF-2则为67~274,平均166 cfu/mL,平均去除率61.3%。两种滤料的生物活性滤池均能有效去除滤前水中的细菌,BAF-1细菌总数去除率比BAF-2高8.6%。

生物活性滤池对细菌的去除一方面通过传统滤池的黏附截留作用,另一方面通过生物膜的吸附作用,水中的游离细菌被滤料表面的生物膜吸附而成为生物膜的一部分。运行过程中老化、脱落的生物膜为下部滤料层所截留,并在反冲洗时排出池外。实验结果表明,生物活性滤池不会造成滤后水细菌的放大。

3 结 论

1) 在整个实验期间,采用天然斜发沸石的

BAF-1 对 COD_{Mn} 去除效率始终比采用石英砂的 BAF-2 高 13.0% ~ 18.0%。而且 BAF-1 的 COD_{Mn} 去除率相对比较稳定,而 BAF-2 则波动性较大。BAF-1 的 UV₂₅₄ 平均去除率比 BAF-2 高 6.8% ~ 8.4%。

2) 沸石滤料生物活性滤池氨氮去除率高于石英砂 8.8% ~ 16.5%, 并且沸石滤料抗有机负荷能力明显优于石英砂滤料。

3) 两种滤料的生物活性滤池滤后水浊度均随着滤前水有机负荷的提高而逐渐增大。而在整个实验期间,采用沸石滤料的 BAF-1 滤后水浊度比采用石英砂的 BAF-2 低 17% ~ 21%, 具有更加优良的除浊性能。

4) 两种滤料的生物活性滤池都不会造成滤后水细菌的放大。BAF-1 细菌总数去除率比 BAF-2 高 8.6%。

参考文献:

- [1] 杨开, 周涛, 高婷, 等. 生物活性炭-砂滤处理微污染原水研究[J]. 中国给水排水, 2000, 16(12): 54-56.
- [2] 龙小庆, 富良, 顾玉其, 等. 活性滤池去除微污染水中有机物和氨氮[J]. 中国给水排水, 2002, 18(8): 44-45.
- [3] 盛力, 马军. 滤料表面电位对滤床过滤效果的影响[J]. 中国给水排水, 2002, 22(12): 34-36.
- [4] LANG J S, GIRON J J, HANSEN A T, *et al.* Investigating filter performance as a function of the ratio of filter size to media size [J]. JAWWA, 1993, 85(10): 122-130.
- [5] MOORE R, QUARMBY J, STEPHENSON T. The effects of media size on the performance of biological aerated filters [J]. Wat Res, 2001, 35(10): 2514-2522.
- [6] MANN A T, MENDOZA-ESPINOSA L, STEPHENSON T. Performance of floating and sunken media biological aerated filters under unsteady state conditions [J]. Wat Res, 1999, 33(4): 1108-1113.
- [7] FDZ-POLANCO F, MENDEZ E, VILLAVARDE S. Spatial distribution of heterotrophs and nitrifiers in a submerged biofilter for nitrification [J]. Wat Res, 2000, 34(16): 4081-4089.
- [8] 李永存, 李伟, 吴建华. 饮用水健康与饮用水处理技术问答[M]. 北京: 中国石化出版社, 2004.
- [9] 高俊敏, 郑泽根, 王琰, 等. 沸石在水处理中的应用[J]. 重庆建筑大学学报, 2001, 23(1): 114-117.
- [10] 蒋绍阶, 刘宗源. UV₂₅₄ 作为水处理中有机物控制指标的意义[J]. 重庆建筑大学学报, 2002, 24(2): 61-65.
- [11] 余健. 生物过滤去除饮用水中有机物、铁和锰的特性与机理研究[D]. 长沙: 湖南大学, 2004.
- [12] 许保玖, 安鼎年. 给水处理理论与设计[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1992.
- [13] 陈伟, 范瑾初. 微污染原水的生物接触氧化预处理技术综述[J]. 净水技术, 1997, 60(2): 43-46.
- [14] LANG J S, GIRON J J, HANSEN A T, *et al.* Investigating filter performance as a function of the ratio of filter size to media size [J]. JAWWA, 1993, 85(10): 122-130.
- [15] LEE N P, NIELSEN K H, REASEN S, *et al.* Combination of fluorescent in situ hybridization and microautoradiography—A new tool for structure-function analyses in microbial ecology [J]. Appl Environ Microbiol, 1999, 65: 1289-1297.
- [16] SEKIGUCHI Y Y, KAMAGATA K, AKAMURA A, *et al.* Fluorescence in situ hybridization used in 16S rRNA-targeted oligonucleotides reveals localization of methanogens and selected uncultured bacteria in Mesophilic and thermophilic Sludge Granules [J]. Appl Environ Microbiol, 1999, 65: 1280-1288.
- [17] 左剑恶, 杨洋, 沈平, 等. 荧光原位杂交(FISH)技术在厌氧颗粒污泥研究中的应用[J]. 中国沼气, 2004, 22(1): 3-6.

(编辑 刘 彤)

(编辑 刘 彤)

(上接第 549 页)

- [9] 杜金伟, 张燕玲. 荧光标记寡核苷酸探针及其应用[J]. 中国生物工程杂志, 2002, 22(4): 109-111.
- [10] 杨明杰, 曹佳. 多彩色荧光原位杂交技术原理及其应用[J]. 生物化学与生物物理进展, 1998, 25(4): 333-337.
- [11] PRESCOTT A M, FRICKER C R. Use of PNA oligonucleotides for the in situ detection of *Escherichia coli* in water [J]. Mol Cell Probes, 1999, 13: 261-268.
- [12] 邢德峰, 任南琪, 李建政. 荧光原位杂交在环境微生物学中的应用及进展[J]. 环境科学研究, 2003, 16(3): 55-58.
- [13] 呼庆, 齐鸿雁, 张洪勋. 荧光原位杂交技术及其在微生物生态学中的应用[J]. 生态学报, 2004, 24(5): 1048-1054.
- [14] ORPHAN V J, HOUSE C H, HINRICHS K U, *et al.* Multiplexed chaeal groups mediate methane oxidation in anoxic cold seep sediments [J]. Microbiology, 2002, 99(11): 7663-7668.

斜发沸石替代石英砂强化生物过滤除污染性能

作者: [田家宇](#), [陈忠林](#), [梁恒](#), [王威](#), [李圭白](#), [TIAN Jia-yu](#), [CHEN Zhong-lin](#), [LIANG Heng](#), [WANG Wei](#), [LI Gui-bai](#)

作者单位: [田家宇, 陈忠林, 梁恒, 李圭白, TIAN Jia-yu, CHEN Zhong-lin, LIANG Heng, LI Gui-bai \(哈尔滨工业大学, 市政环境工程学院, 哈尔滨, 150090\)](#), [王威, WANG Wei \(机械工业第三设计研究院, 重庆, 430039\)](#)

刊名: [哈尔滨工业大学学报](#) **ISTIC EI PKU**

英文刊名: [JOURNAL OF HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY](#)

年, 卷(期): 2008, 40(4)

引用次数: 0次

参考文献(13条)

1. [杨开](#), [周涛](#), [高婷](#), [周毅](#) 生物活性炭-砂滤处理微污染原水研究[期刊论文]-[中国给水排水](#) 2000(12)
2. [龙小庆](#), [富良](#), [顾玉其](#), [王占生](#) 活性滤池去除微污染水中有机物和氨氮[期刊论文]-[中国给水排水](#) 2002(8)
3. [盛力](#), [马军](#) 滤料表面电位对滤床过滤效果的影响[期刊论文]-[工业水处理](#) 2002(12)
4. [LANG J S](#), [GIRON J J](#), [HANSEN A T](#) Investigating filter performance as a function of the ratio of filter size to media size 1993(10)
5. [MOORE R](#), [QUARMBY J](#), [STEPHENSON T](#) The effects of media size on the performance of biological aerated filters 2001(10)
6. [MANN A T](#), [MENDOZA -ESPINOSA L](#), [STEPHENSON T](#) Performance of floating and sunken media biological aerated filters under unsteady state conditions 1999(4)
7. [FDZ-POLANCO F](#), [MENDEZ E](#), [VILLAVARDE S](#) Spatial distribution of heterotrophs and nitrifiers in a submerged biofilter for nitrification 2000(16)
8. [李永存](#), [李伟](#), [吴建华](#) 饮用水健康与饮用水处理技术问答 2004
9. [高俊敏](#), [郑泽根](#), [王琰](#), [豆俊峰](#) 沸石在水处理中的应用[期刊论文]-[重庆建筑大学学报](#) 2001(1)
10. [蒋绍阶](#), [刘宗源](#) UV254作为水处理中有机物控制指标的意义[期刊论文]-[重庆建筑大学学报](#) 2002(2)
11. [余健](#) 生物过滤去除饮用水中有机物、铁和锰的特性与机理研究 2004
12. [许保玖](#), [安鼎年](#) 给水处理理论与设计 1992
13. [陈伟](#), [范瑾初](#) 微污染原水的生物接触氧化预处理技术综述 1997(2)

相似文献(10条)

1. 会议论文 [田家宇](#), [王威](#), [陈忠林](#), [李圭白](#) 沸石替代石英砂强化生物过滤效能 2006

滤料的优化选择对于生物活性滤池(BAF)至关重要。本文通过滤柱模型实验,考察了沸石替代石英砂之后对BAF除污染效能的强化作用。结果表明,采用沸石滤料的BAF-1除有机污染和氨氮能力明显优于采用石英砂滤料的BAF-2。BAF-1的COD_{Mn}去除率比BAF-2高13%~18%,UV254去除率高6.8~8.4%,氨氮去除率高8.8~16.5%。BAF-1具有更加优良的除浊性能,滤后水浊度比BAF-2低0.03~0.07NTU。两种滤料的BAF都不会造成滤后水细菌的放大,BAF-1的细菌总数去除率比BAF-2高8.6%。采用沸石滤料的BAF-1是通过生物氧化、吸附、离子交换等作用共同完成对有机物、氨氮等污染物质的去除,因此具有更加优良的饮用水除污染效能。

2. 期刊论文 [董良飞](#), [张廷全](#), [王利平](#), [DONG Liang-fei](#), [ZHANG Tingquan](#), [WANG Li-ping](#) [KDF55/椰壳活性炭/石英砂/沸石联用净化饮用水](#) -[中国给水排水](#) 2009, 25(11)

考察了KDF55、石英砂、沸石、椰壳活性炭联用对饮用水的净化效果。结果表明,系统对浊度的去除主要发生在椰壳活性炭滤层;对铜、铬、铅等重金属离子的去除主要由KDF55滤层完成,去除率均可达80%以上;系统还可明显降低饮用水的硬度和ICOD_{Mn}。该系统在有效去除污染物的同时,又可向水中释放微量对人体有益的锌离子,对家用净水机的开发具有重要的参考价值。

3. 期刊论文 [黄怡](#), [高乃云](#) 改性石英砂及沸石滤料除氟性能比较 -[化学工业与工程技术](#) 2003, 24(4)

研究了以石英砂和沸石为骨架的吸附材料经铝盐改性处理后,对饮用水中过量氟的处理行为,比较两种改性滤料处理能力的不同并对差异进行分析。实验表明,物理空间结构强的沸石作为改性滤料的应用有着独到的优越性,除氟效率达98%以上,是一种无毒无害的除氟处理方法。

4. 期刊论文 [黄怡](#), [高乃云](#) 改性石英砂及沸石滤料除氟性能比较研究 -[环境卫生工程](#) 2003, 11(3)

研究了以石英砂和沸石为骨架的吸附材料经铝盐改性处理后,对饮用水中过量氟的处理行为,比较两种改性滤料处理能力的不同并对差异进行分析。实验表明物理空间结构强的沸石作为改性滤料的应用有着独到的优越性,除氟效率达到98%以上。

5. 期刊论文 [李德生, 张金萍. 沸石滤料对黄河原水的处理效果 -中国给水排水2002, 18\(12\)](#)

就沸石和石英砂滤料对黄河原水中的浊度、有机物、氨氮的去除效果及过滤中的水头损失情况进行了对比试验, 结果表明, 粒径为0.5~2 mm的沸石对水中氨氮的去除效果明显优于同粒径的石英砂, 对浊度、有机物的稳定去除效果与石英砂基本相同, 且水头损失小、运行周期长, 是适宜的新型滤料。

6. 期刊论文 [孙迎雪, 徐栋. 沸石滤池的净水作用 -净水技术2004, 23\(5\)](#)

利用沸石的过滤吸附作用与石英砂进行对比试验, 试验表明, 粒径为0.8~1.2mm的天然沸石对水中浊度、有机物、苯酚及氨氮的去除效果均好于同粒径石英砂, 且水头损失小, 运行周期长, 是一种经济可行的水处理滤料。

7. 期刊论文 [孙迎雪, 徐栋. 沸石处理有机微污染生活饮用水的实验研究 -兰州铁道学院学报2003, 22\(4\)](#)

对天然沸石进行了活化试验, 确定了活化剂, 通过静态实验得出活化后的沸石性能明显高于未活化的。用活化后的粒径为0.8~1.2 mm的天然沸石与石英砂作对比实验去除水中部分微污染物。结果表明, 沸石在降低水中有机物、NH₃-N、色度等方面均有较理想的处理效果, 是一种值得推广的新型滤料。

8. 学位论文 [黄怡. 沸石和石英砂变性滤料的除氟性能研究 2003](#)

该试验研究将三氯化铝作为变性剂, 沸石和石英砂作为载体, 将氢氧化铝以化学沉积的方法覆盖在沸石和石英砂表面, 然后在450℃条件下高温焙烧, 生成 γ -Al₂O₃覆盖于沸石和石英砂表面, 制成变性沸石(共沉淀法)和变性石英砂滤料; 采用浸渍法(离子扩散方式)使三价铝离子进入沸石内部骨架空间进行离子交换制成变性沸石(浸渍法)滤料。变性滤料的表面态和表面能均不同于未改性沸石和石英砂, 变性过程使它们的表面特性发生了变化, 比表面积增加, 表面活性吸附位和活性吸附点增多, 表面吸附能力增强。作者通过大量试验, 对变性滤料载体的选择、载体的表面预处理、不同的涂层方法进行了研究, 并通过X射线衍射(XRD)和红外光谱(IR)法, 对变性滤料的表面性质进行了鉴定分析。利用未改性沸石、变性沸石(共沉淀法)、变性沸石(浸渍法)和变性石英砂滤料进行了不同参数条件下的静态和动态平行对比除氟试验。试验结果表明, 在静态试验中, 未改性沸石对水中氟有一定的去除率(30%~40%), 说明沸石本身的吸附能力较强, 变性沸石(共沉淀法)滤料除氟能力比未改性沸石显著提高, 在70%以上; 变性沸石(浸渍法)滤料除氟效果最好, 在静态试验中除氟率稳定在77%以上, 对低浓度含氟水除氟率也较高, 在含氟水接近中性条件下除氟率也较高, 这是因为用浸渍法制备的变性沸石最大限度地发挥了天然斜发沸石的离子交换能力。未改性的石英砂对饮用水中的氟基本没有去除能力, 而变性石英砂除氟能力明显, 在60%以上, 但只对高浓度含氟水表现出比较好的除氟率, 对低浓度含氟水除氟率一般, 且其除氟对含氟水的酸度要求较高, 能够适应的pH值范围较窄, 在实际应用中推广意义不大。在动态过滤试验中, 也是浸渍法制备的变性滤料除氟效果最好, 吸附容量较高。该研究中, 还对静态和动态过滤除氟率的影响因素进行了试验研究, 诸如变性滤料制备时采用的变性剂浓度和覆盖次数、变性滤料焙烧温度、含氟原水的氟浓度和pH值、动态过滤中的滤速等。通过试验, 做出了上述三种变性滤料和未改性沸石的静态吸附等温线, 用origin图形软件进行等温线的数学拟合, 得出各静态吸附等温线所属的吸附类型。同时采用NaOH溶液、硫酸铝、柠檬酸钾溶液对吸附饱和的变性滤料进行了再生试验研究, 证明NaOH溶液的再生效果最佳。论文还在试验数据综合分析的基础上, 对变性滤料除氟理论进行了分析和探讨。

9. 期刊论文 [杨艳玲, 李星, 张晖, 李圭白, YANG Yan-ling, LI Xing, ZHANG Ye, LI Gui-bai. 沸石-石英砂生物滤池处理微污染水中试研究 -北京工业大学学报2006, 32\(12\)](#)

通过中试考察了沸石-石英砂双层滤料生物滤池处理微污染水的运行效能, 探讨了生物滤池处理此类水体的可行性。结果表明, 生物滤池可以有效地提高出水水质, 对浊度、COD_{Mn}、波长为254nm的紫外吸光度A₂₅₄、NH₃-N和NO₂-N的去除率分别达到93.5%、38%、40%、95%及100%, 而且工作区间主要集中在滤层上部30cm内; 反冲洗对滤料表面附着的微生物膜影响很小, 生物膜在反冲洗后1~2h内能恢复到反冲洗前的水平。因此, 对于该污染源水, 采用沸石-石英砂生物滤池替代原有普通滤池。

10. 期刊论文 [丁磊, 王萍. DING Lei, WANG Ping. 沸石强化过滤的中试及生产性试验研究 -矿物学报2008, 28\(3\)](#)

对新型水处理材料沸石强化常规给水处理工艺进行了中试和生产性试验, 并与石英砂滤料做了对比。中试结果表明粒径为0.80~1.20mm沸石对浊度、氨氮、有机物都表现出良好的去除效果, 过滤时的水头损失、反冲洗强度明显小于石英砂, 不仅能满足反冲洗要求, 还可节省反冲洗水量, 降低运行成本。在生产性试验条件下, 沸石对浊度、氨氮、耗氧量的去除率分别为95%、83%和39%。因此, 在当前水源水遭到污染的情况下, 用沸石替代石英砂滤料可明显改善水质, 在不增加处理构筑物的前提下, 对给水处理工艺可起到强化作用。

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_hebgdxxb200804014.aspx

下载时间: 2009年12月25日