

KDF 树脂对于污水厂出水氨氮的吸附试验研究

石 峰¹, 武道吉¹, 毕学军², 马悠怡³

(1. 山东建筑大学环境与市政工程学院, 山东 济南 250101 ; 2. 青岛理工大学环境与市政工程学院, 山东 青岛 266033 ; 3. 温州大学建筑与土木工程学院, 浙江 温州 325000)

摘要 针对某污水厂在冬季出水氨氮浓度超标的实际情况, 采用 KDF 树脂对污水厂出水氨氮进行了吸附实验研究, 得出树脂对水中氨氮的吸附规律, 同时对树脂过滤水头随时间的变化规律和树脂的再生情况进行了实验研究。实验结果表明: KDF 树脂可以有效去除水中氨氮, 过滤水头稳定易于再生。
关键词 KDF 树脂; 氨氮; 试验研究; 污水处理
中图分类号: X703 文献标识码: A 文章编号: 1004-693X(2006)03-0066-02

Study on adsorption of KDF resin for ammonia nitrogen in sewage effluents

SHI Feng¹, WU Dao-ji¹, BI Xue-jun², MA You-yi³

(1. School of Municipal and Environmental Engineering, Shandong University of Architecture, Jinan 250014, China ; 2. College of Environment and Municipal Engineering, Qingdao University of Science and Engineering, Qingdao 266033, China ; 3. College of Architecture and Civil Engineering, Wenzhou University, Wenzhou 325000, China)

Abstract As the ammonia nitrogen in effluents of a sewage treatment plant exceeds the rational standard in winter, KDF resin was used to adsorb the ammonia nitrogen and some rules of adsorption were presented in this paper. The variation of filtration head loss with time and the regeneration of KDF resin were studied by experiment. It is concluded that KDF resin can remove the ammonia nitrogen in water efficiently, and in the adsorption process it has steady filtration loss head and can be easily regenerated.

Key words KDF resin; ammonia nitrogen; experimental study; sewage treatment

青岛市某污水厂是中德技术合作修建的一座污水厂。1996 年 12 月筹建, 1998 年 12 月开始运行。占地 9 hm², 污水来自青岛市南区、市北区的一部分及市西部。工程设计规模 10 万 t/d。污水厂所接纳的污水, 约 90% 为生活污水。污水厂流程见图 1。

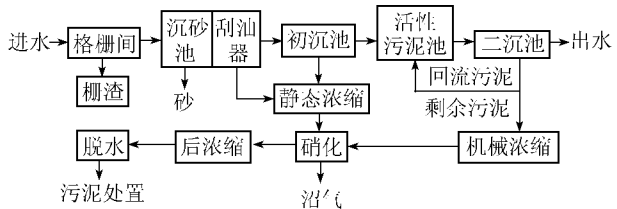


图 1 某污水厂工艺流程

在冬季, 由于气温低, 影响污水厂生物硝化功能的发挥, 生物处理效果降低, 使污水厂出水氮的浓度超标。以某污水厂为例, 冬季出水平均水质见表 1。

表 1 污水厂冬季出水水质平均值												mg/L
ρ (SS)		ρ (COD)		ρ (BOD)		ρ (NH ₄ ⁺)		ρ (TP)		ρ (TN)		
进水	出水	进水	出水	进水	出水	进水	出水	进水	出水	进水	出水	
776.0	16.0	938.6	78.3	491.0	25.6	71.3	35	14.3	1.6	104.1	63.6	

出水中含有较多氨氮, 易造成以下问题: ①当污水厂出水氨氮浓度较高时, 需加氯氧化消毒, 由于反应复杂, 耗氯量很大。②消毒剂用量过大时, 水中有机物易与氯反应生成三氯甲烷和其他副产物。这些产物已确认为易致癌和致突变物质。③出水中存在氨氮, 进入水体后易发生硝化作用形成硝酸盐。若水体中氧含量不足, 则易生成亚硝酸盐, 而亚硝酸盐又具有致癌作用。

为了保证污水厂冬季的出水水质, 特别是由于回用水的要求, 在冬季利用物理、化学方法对出水氨

作者简介: 石峰(1981—), 男, 山东泰安人, 硕士研究生, 研究方向为沸石在水处理中的应用。E-mail: shifeng@sda.edu.cn

氮进行脱除是必要的。

城市污水中的氮进入水体后会产生诸多危害，已引起了世界各国的广泛重视。欧美国家花费大量资金改造无脱氮功能的已建城市污水处理厂，使其具有脱氮效果^[1]。我国现有的城市污水处理厂大多不具备脱氮功能，而许多二级生化污水处理厂出水氨氮浓度超标^[2]。

对于水中氨氮的工艺处理方法，一般可归为化学、生物、物理三类。氯化法是常规处理方法，此法简单易行，但要消耗大量的氯，而且易产生致癌致突变的物质。生物氧化法已成为大型城市污水厂脱氮的主流工艺，具体的工艺包括单一缺氧池活性污泥脱氮工艺、双缺氧池和三缺氧池活性污泥工艺、氧化沟生物脱氮工艺和 SBR 生物脱氮工艺，这些工艺均存在水力停留时间长、冬季低温运行效率低等问题^[2]。常规离子交换树脂对氨氮去除效果不佳，因为离子交换剂优先交换其他阳离子。天然沸石对氨氮具有选择吸附性，但在我国仍处于试验研究阶段。因而研究 KDF 树脂对氨氮的吸附性能是具有现实意义的。

本试验采用 KDF 树脂对实际运行的污水厂出水进行氨氮去除的实验研究，目的在于研究 KDF 树脂对于水中氨氮的吸附性能、过滤水头变化情况及再生方法。

1 实验设备和方法

KDF 树脂是上海市政研究院自主开发研制的新型材料，用天然无毒无机矿物材料经无毒无害药剂处理而成，外观为灰白色松散颗粒，质地松散，碾之易碎，便于筛选控制。比重为 1.89 kg/L，散重为 0.92 ~ 0.97 kg/L，孔隙率为 41.43%^①。

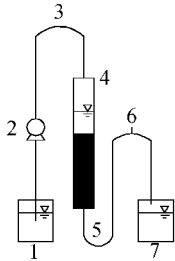
实验装置如图 2 所示。图中过滤有机玻璃柱直径为 3.0 cm，截面积为 6.6 cm²，KDF 树脂重量为 300 g，树脂吸附柱高为 42 cm，计量泵为米顿罗 746 隔膜柱塞泵。

以污水厂回用水和自来水加氯化铵为进水，使氨氮浓度基本恒定保持在 30 mg/L。采用正向过滤方式，将流速分别控制在 6 m/h、8 m/h、10 m/h 进行实验，定时测量并记录有关指标。各周期试验结束后，用 20% 食盐水再生，采用正向过滤方式，定时测量记录相关指标。再生完毕后，进行水力反冲洗，测量有关指标。使用游标卡尺测量滤料上表面到玻璃柱中自由水面的垂直距离，确定过滤水头损失。用 UV756 分光光度计测定氨氮。

2 数据处理及结果分析

2.1 树脂对氨氮的吸附

从图 3 中可以看出各周期树脂对氨氮的吸附规律大致相同。随树脂吸附氨氮量的增加，出水氨氮浓度不断升高。树脂在滤速 8 m/h、10 m/h 时较 6 m/h 时出水氨氮质量浓度较快达到 15 mg/L GB8978—1996《污水综合排放标准》中氨氮的一级排放标准。而滤速 6 m/h 时效果最佳，过滤周期最长。在滤速 6 m/h 下，将进水用自来水配成相同的浓度进行吸附实验，吸附周期大大加长。这表明树脂对水中其他物质有一定吸附能力，从而影响对氨氮的吸附效果。



1—进水桶 2—计量泵 3—进水管 4—过滤柱；
5—出水管 6—排气口 7—出水桶

图 2 实验装置

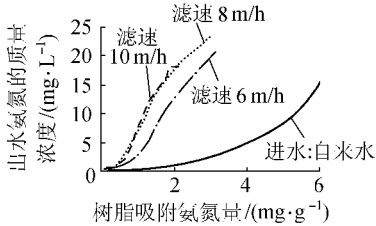


图 3 树脂吸附氨氮量与出水氨氮浓度的关系

树脂对氨氮的去除率随时间增加而降低，图 4 滤速 6 m/h 时吸附周期相对 8 m/h、10 m/h 时的周期长。这说明在其他周期内树脂的吸附能力也并未达到完全饱和，采用合适的滤速，可以更好发挥树脂的吸附潜力。而进水改为自来水后，较以污水厂水为进水时的树脂对氨氮去除能力大大提高。

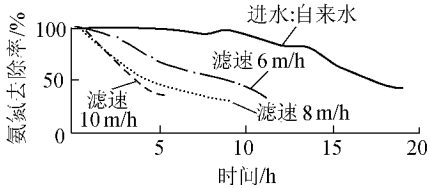


图 4 树脂对氨氮的去除率随时间的变化

2.2 实验中过滤水头的变化

从图 5 可看出，各周期的过滤水头（下转第 71 页）

① 上海市政工程设计院. KDF 树脂对水中氨氮吸附能力的测试报告. 1995.

b. 电催化氧化效率受电解时间、pH 值、电压、催化剂量、电解质浓度等因素的影响,电解效果随着电解时间的延长、催化剂的增加而升高,低 pH 值有利于电催化氧化过程中 H_2O_2 和 $\cdot OH$ 的生成。

c. 电催化反应器由无数个活性炭-纳米二氧化钛电极组成,因而电极的有效面积增大,反应物的迁移距离缩短,电解速率加大,电解效率提高;压缩空气为阴极反应提供了分子氧,并强化了废水与微电极的传质过程。

参考文献：

[1] BRILLAS E. Mineralization of 2,4-D by advanced electrochemical oxidation processes[J]. Water Res ,2000 ,34 (8) 2253-2262.

[2] FOCKEDY E. Coupling of anodic and cathodic reaction of phenol electro-oxidation using three-dimensional electrodes [J]. Water Res 2002 36(5) 4169-4175.

[3] RAGNINI C A R. Recycled niobium felt as an efficient three-dimensional electrolytic metal ion removal[J]. Water Res , 2000 34(13) 3269-3276.

[4] WALDNER G. Photoelectrocatalytic degradation of 4-chlorophenol and oxalic acid on titanium dioxide electrodes [J]. Chemosphere 2003 50(8) 989-998.

[5] TAI Cheng-an. Feasibility study of photoelectrochemical degradation of methylene blue with three-dimensional electrode-photocatalytic reactor[J]. Chemosphere ,2002 ,46 (6) 897-903.

[6] TSUKASA T. Effects of adsorbent used supports for titanium dioxide loading on photocatalytic degradation of propylamide [J]. Enviro Sci Technol ,1996 30(4) :1275-1281.

[7] SHEN Z. Catalytically assisted electrochemical oxidation of dye acid red [J]. Water Environ Res 2002 74(2) :117-121.

[8] 李学萍. 活性炭载体对 TiO_2 光催化降解 $Cl_2CHCOOH$ 性能的影响[J]. 感光科学与光化学 ,2001 ,19(3) :165-168.

[9] YUTAKA S. Measurement of mass transfer coefficients with an electrochemical method using dilute electrolyte solutions[J]. Water Res ,1994 28(1) 9-16.

[10] 陈震. 溶液 pH 及电流浓度对电化学法生成羟基自由基降解机制的影响[J]. 环境科学研究 2002 ,15(3) 42-44.

[11] 申哲民. 电催化氧化中的三种催化材料处理酸性红 B 染料的比较研究[J]. 环境污染治理技术与设备 ,2001 ,2 (1) 55-58.

[12] 冀小元. $H_2O_2-Fe^{2+}/TiO_2-H_2SO_4$ 体系处理有机溶剂的研究[J]. 上海环境科学 ,1996 ,15(8) 34-36.

[13] 钟萍. 光助 Fenton 试剂法氧化处理煤油废水溶液[J]. 中国环境科学 2002 22(5) 460-463.

(收稿日期 2004-11-17 编辑 舒建)

(上接第 67 页)损失随时间逐渐增加。进水为污水时,滤速 6 m/h 的过滤水头损失较小,10 m/h 时水头损失较大。而进水为自来水配置时,与其他周期相比水头损失增加很小,由此可见水头损失主要由水中其他杂质引起。可以看出,在合适的滤速下,特别是对进水中的其他杂质作适当预处理,树脂的过滤水头能够控制在一个较低数值,从而可以节约能耗。

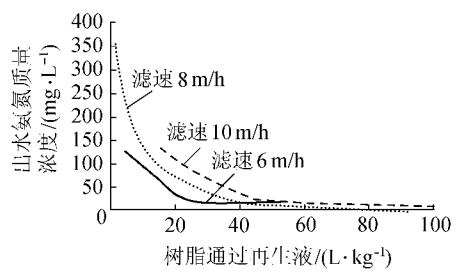


图 6 树脂再生情况

3 结论和建议

KDF 树脂对水中的氨氮具有良好的去除能力;KDF 树脂去除水中氨氮可采用正向过滤方式,建议以滤速 6 m/h 为宜。树脂可采用食盐水反冲洗,再生效果好,再生率可达 99%,简单易行,可长期重复使用。因此,KDF 树脂在水处理中有着广泛的应用前景。可以应用于污水厂局部改造,特别是用于冬季改善污水厂出水和回用水水质。

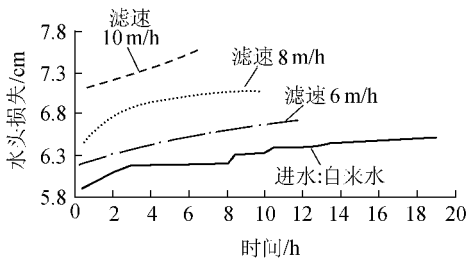
参考文献：

[1] 周增炎,高廷耀.传统活性污泥法污水厂增加脱氮功能的研究[J]. 同济大学学报, 2003 31(10) :1229-1331.

[2] 吴志超,麦穗海,杨彩凤,等.沸石吸附去除城市污水厂初沉池出水中氨氮的研究[J]. 环境污染治理技术与设备 2002 2(11) 47-49.

(收稿日期 2004-12-08 编辑 舒建)

图 5 过滤水头随时间的变化



2.3 树脂过滤后的再生情况

在各周期吸附试验结束后,都用 20% 食盐水在不同滤速下进行了再生,并进行了反冲洗,反冲时膨胀率保持在 70%。再生时每隔一定时间测定出水氨氮浓度,并记录再生液通过量。再生情况如图 6 所示。再生完毕后,将测定的出水氨氮总量与进水氨氮总量进行计算,得树脂的再生率。树脂连续使用两个月,平均再生率可达 99% 以上,有良好的再生性能;再生液易于配置,再生工作简单易行,因此树脂可长期重复使用。