

UBAF 用于城市污水深度处理的生产性试验

贾建军 陈吕军

(清华大学环境模拟与污染控制国家重点联合实验室, 北京 100084)

摘要 介绍了山东省枣庄市城市污水处理厂采用升流式曝气生物滤池(UBAF)作为污水深度处理的主体工艺的情况。经过二级处理后的可生物降解性较差的城市污水通过此工艺处理能够取得较好的处理效果。此工艺占地小,造价比较低,运行操作简单,在污水回用领域值得推广。

关键词 城市污水处理厂 二级出水 曝气生物滤池 升流式

Research on UBAF for advanced treatment of urban domestic wastewater

Jia Jian-jun, Chen Lu-jun

(National Laboratory of Environmental Simulation and Pollution Control, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: Upflow biological aerated filter (UBAF) was designed for advanced treatment of urban domestic wastewater in Zaozhuang City, Shandong Province. The process and design parameters of this project are presented and believed that for secondary effluent with lower biodegradation performance, UBAF might be useful to get better final treatment. This process is low space required, low investment and easy to operate. It's worth promoting for wastewater reclamation.

Keywords: Municipal wastewater treatment plant; Secondary effluent; Biological aerated filter; Upflow

1 工程概况

近年来,山东省枣庄市地下水水位呈下降趋势。为了保护和节约现有地下水资源,科学合理地开发和利用地下水,并充分挖掘城市污水处理厂的潜能,提高水的重复利用率和污水资源化水平,走环境和经济可持续发展的道路,枣庄市在现有城市污水处理厂的基础上对经过二级处理后的污水进行深度处理,回用于十里泉电厂、枣庄橡胶厂等,主要作为工业冷却水使用。枣庄市污水处理厂建于1997年,于1998年开始投入运行,处理规模7万 m^3/d ,回用水深度处理规模为5万 m^3/d 。其处理后出水水质达到GB 8978—1996二级排放标准,污水处理厂采用三沟交替式氧化沟工艺,出水 COD_{Cr} 在20~70 mg/L 之间,以50~60 mg/L 为主。

该城市污水处理厂出水水质较好,但 COD_{Cr} 、 BOD_5 以及SS等尚未达到回用水的要求。针对这种

情况,且考虑二级处理后的污水可生化性较差的特点,在几套技术方案分析比较的基础上,选择了曝气生物滤池(BAF)—纤维球过滤工艺作为深度处理的主体工艺。

2 工艺特点

2.1 工艺流程图(见图1)

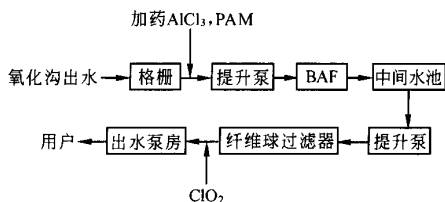


图1 工艺流程

二级出水经过一级提升泵站提升后,自下而上流过曝气生物滤池,除去有机物和部分悬浮物。曝气生物滤池的出水流入中间水池,经二级提升后自

上而下流过纤维球过滤器,以进一步除去水中的悬浮物。纤维球过滤器的出水流入清水池,加氯消毒后经过泵提升至用户。

2.2 主要技术参数

- (1) 试验进水水量为 2.5 万 m³/d。
- (2) 设计进水即氧化沟出水水质指标见表 1。

表 1 设计进水水质

COD _{Cr} /mg/L	BOD ₅ /mg/L	SS /mg/L	氨氮 /mg/L	pH	色度
80~100	15~20	80	2	6~9	≤80 倍

(3) 经深度处理后由出水泵站输送至用户。出水水质指标见表 2。

表 2 设计出水水质

COD _{Cr} /mg/L	BOD ₅ /mg/L	SS /mg/L	氨氮 /mg/L	pH	色度
≤50	≤4	≤5	≤1	6.5~8.5	≤5 倍

3 工程试验的结果与分析

3.1 工程的调试

本工程采用接种培养的方式。由于前段工艺为三沟式氧化沟,利用这个条件,在氧化沟出水时,让操作人员打开转刷,使之处于低曝状态(若处于高曝状态,其出水中污泥浓度将偏高),经过检测氧化沟的泥水混合物浓度为 1.3 g/L,通过一级提升泵,把氧化沟排出的泥水混合物泵入曝气生物滤池中。

进水约 1 h 后停止,开始闷曝。闷曝期间,反应器不进水也不出水,24 h 后换水,换水时间为 0.5 h。闷曝 3 d 后改成小流量进水,使微生物逐渐适应进水水质,待出水变清澈后,逐渐增大水力负荷,方式同自然挂膜,直至达到设计要求为止。

3.2 工程运行效果研究

3.2.1 对 COD_{Cr} 的去除效果

曝气生物滤池对有污染机物的去除主要依靠两方面:其一是通过附着在填料表面的生物膜吸附污水中的有机物,在好氧环境中通过微生物的生物代谢去除可生物降解的有机物;另一方面是通过填料缝隙间的物理过滤除去不溶性悬浮物,从而去除了由 SS 带来的不溶性有机物,同时对脱落的生物膜也起到截留作用。曝气生物滤池及纤维球过滤对 COD_{Cr} 的去除情况见图 2 和图 3。对 COD_{Cr} 的总去除率接近 40%,进水平均 COD_{Cr} 为 53.9 mg/L,出

水的平均 COD_{Cr} 为 32.8 mg/L。处理后的污水中的 COD_{Cr} 稳定在 20~40 mg/L。

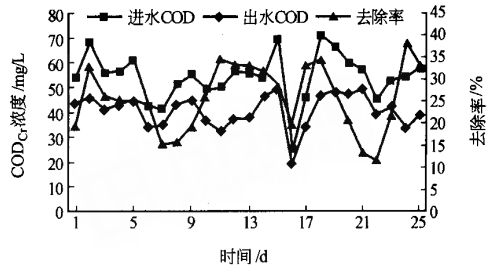


图 2 BAF 对 COD_{Cr} 的去除情况

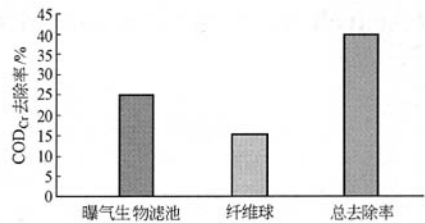


图 3 COD_{Cr} 的去除情况

3.2.2 对 BOD₅ 的去除效果

曝气生物滤池对 BOD₅ 的去除情况反映了其对生物可降解部分的有机污染物的去除能力。图 4、图 5 是进出水的 BOD₅ 及其去除情况。该厂经过氧化沟处理后的废水 BOD₅ 一般在 10 mg/L 以下,经过曝气生物滤池、纤维球过滤后,可降至 2 mg/L 以下, BOD₅ 总的平均去除率为 80%。达到《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)一级排放标准和《生活杂用水水质标准》(CJ 25—1—89)。

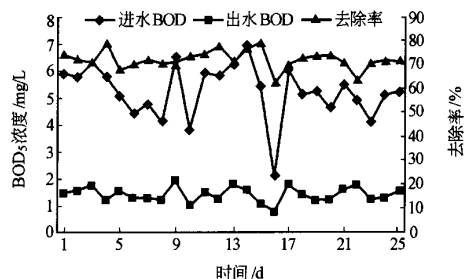


图 4 BAF 对 BOD₅ 的去除情况

3.2.3 对氨氮的去除效果

对氨氮的去除主要是通过一些自养微生物来完成的。首先由亚硝化单胞菌将氨氮氧化为亚硝酸盐,再由硝化杆菌将亚硝酸盐氧化成硝酸盐。图 6

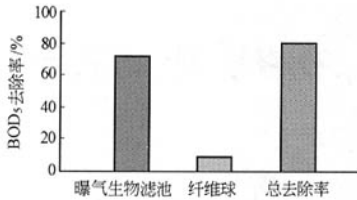


图5 BOD₅ 的去除情况

是进出水氨氮的变化情况。

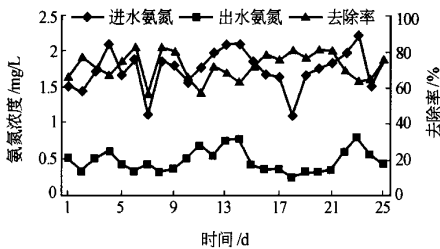


图6 BAF对氨氮的去除情况

试验中进水氨氮的浓度一般都在 2.5 mg/L 以下,平均 1.5 mg/L,出水氨氮浓度平均 0.35 mg/L,去除率为 73.5%。

3.2.4 对 SS 的去除效果

曝气生物滤池对 SS 的去除效果十分明显,图 7 是进出水 SS 随时间的变化情况。进水 SS 的波动有时候很大(15~150 mg/L),平均值 14.2 mg/L,去除效果如图 8 所示,出水的 SS 可以保证在 2 mg/L 以下,平均值 1.1 mg/L,平均去除率为 93.7%。这说明曝气生物滤池—纤维球的过滤效果十分突出,一方面 SS 被截留在填料的缝隙之间,一方面被填料上的生物膜吸附于表面,纤维球起到水质变化过大时的保护作用。

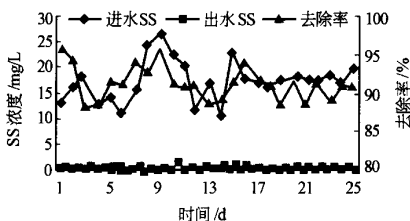


图7 BAF对SS的去除情况

3.3 曝气生物滤池—纤维球过滤器的反冲洗

确定反冲洗的周期和反冲强度是反冲洗的关键。曝气生物滤池一般采用的是气、水联合反冲。反冲周期的长短和水力负荷、有机负荷的大小以及每次的反冲强度和ación时间都有关系。水力负荷大、有

机负荷大,滤池中产生的污泥量就多,反冲的周期就短,反之反冲周期就长;反冲的强度大,时间长,对滤池的冲洗越干净,到下次反冲的周期就长,反之反冲周期就短。但是,如果冲洗过度,会使滤池中的生物量过低,滤池恢复处理能力的時間就很长。一般通过观察空气在滤池中的分布是否均匀、监测滤池中的水头损失和出水水质来决定何时需要反冲。本次研究采用观测工程的布气、布水、水头损失、出水水质和结合初滤水情况来确定反冲洗周期。综合考虑后确定在水头损失为 0.8 m、出水水质有下降趋势时进行反冲洗,最终确定曝气生物滤池反冲洗的周期为 10 天。

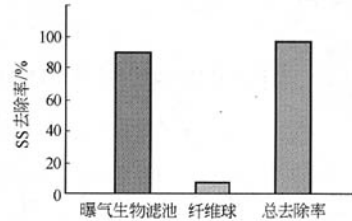


图8 SS的去除情况

纤维球过滤器的反冲洗根据生产情况确定为 12 h。

4 结论

应用曝气生物滤池—纤维球过滤器结合的工艺对枣庄城市污水进行深度处理可以有效去除二级处理出水中的 COD_{Cr}、BOD₅、SS、氨氮等,最终的平均去除率分别为 39%、80%、93.7% 和 73.5%。处理后的出水不仅达到了 GB 8978—1996 一级排放标准,而且达到了城市生活杂用水的标准。曝气生物滤池处理工艺占地小,造价比较低,运行操作简单,因此在污水回用领域值得推广。

参考文献

- 张艳,陈吕军,陈伯尧,等.城市污水处理厂出水回用试验研究.环境保护,2002,34(6):36~38
- 郭天鹏,汪诚文,陈吕军,等.UBAF与纤维球过滤结合工艺应用于污水回用的试验研究.环境工程,2002,20(1):14~16

◎通讯处:314050 浙江嘉兴中环南路石油大厦4层浙江清华长三角研究院陈吕军博士

电话:(0573)3915999

E-mail:chenlj@tsinghua.edu.cn

收稿日期:2005-09-28

修回日期:2006-03-06

UBAF用于城市污水深度处理的生产性试验

作者: [贾建军](#), [陈吕军](#), [Jia Jian-jun](#), [Chen Lu-jun](#)
 作者单位: [清华大学环境模拟与污染控制国家重点联合实验室, 北京, 100084](#)
 刊名: [给水排水](#) **ISTIC** **PKU**
 英文刊名: [WATER & WASTEWATER ENGINEERING](#)
 年, 卷(期): 2006, 32(7)
 引用次数: 0次

参考文献(2条)

1. 张艳, 陈吕军, 陈伯尧, 邓静. [城市污水处理厂出水回用试验研究](#) [期刊论文]-[环境保护](#) 2002(6)
2. 郭天鹏, 汪诚文, 陈吕军, 胡纪萃, 靳志军, 陈玉才, 李强利. [UBAF与纤维球过滤结合工艺应用于污水回用的试验研究](#) [期刊论文]-[环境工程](#) 2002(1)

相似文献(10条)

1. 学位论文 [林媛媛](#) [城市污水处理厂二级出水再生利用处理工艺技术研究](#) 2004
 面对日益紧缺的水资源, 城市缺水问题已阻碍中国国民经济的发展和人们生活水平的提高, 城市污水回用已成为水资源开发和利用方面的重要课题. 该课题是对城市污水处理厂二沉池出水回用处理技术的研究, 旨在探讨一套具有负荷高、处理效果稳定、占地面积少、能耗和工程投资少等优点的新型再生利用组合工艺. 随着水污染控制工作者的不断研究, 现已开发出越来越多的处理新工艺和不同方式加以组合的再生利用处理工艺. 该课题提出以EPS曝气生物滤池为主体、以混凝沉淀过滤为后续工艺的再生利用组合工艺, 采用上海闵行水质净化厂二沉池出水, 以验证和优化其运行参数、积累运行管理经验为目的, 对该组合工艺进行较为全面、科学的中心研究. 作为一种再生利用的主体工艺, 该课题对EPS曝气生物滤池进行了较为详细的研究, 重点考察水力停留时间、进水和有机负荷、回流比、温度等工艺参数对生物处理效果的影响. 试验结果表明EPS曝气生物滤池降低氨氮浓度效果较好, 其工艺参数为: 进水力负荷 $12.9 \sim 20.2$ (m/h), 停留时间 $4.13 \sim 6.45$ min, 回流比 $100 \sim 150\%$, 气水比 $0.64:1$, 温度 $25 \sim 36^\circ\text{C}$ 下, 氨氮、COD_{Cr}、SS、浊度去除率分别为 $85 \sim 98\%$ 、 $20 \sim 26\%$ 、 $70 \sim 75\%$ 和 $55 \sim 75\%$. 同时对后续处理—混凝沉淀和过滤技术进行了应用试验, 确定 $A1 < 2 > (S0 < 4 >) < 3 > . 18 \text{ H} < 2 > 0$ 为该次试验的最佳投加药剂, 投加量为 $45 \sim 50$ mg/L, 此时COD_{Cr}、浊度、TP去除率分别为 30% 左右、 $80 \sim 85\%$ 、 $80 \sim 90\%$. 砂滤池和纤维滤池对EPS曝气生物滤池的生化出水都有着良好的过滤效果. 该试验研究了EPS曝气生物滤池+滤池(砂滤池和纤维滤池)、EPS曝气生物滤池+混凝沉淀+滤池(砂滤池和纤维滤池)两种组合工艺, 认为后者更为经济实用, 是一种较好的再生利用处理工艺, 具有实践应用的发展前景.
2. 会议论文 [周律](#), [霍振远](#), [甘一萍](#), [周军](#), [郝二成](#), [姚远](#) [城市污水处理厂二级出水回用于景观水体应用分析](#) 2005
 北京市是十分缺水的城市, 据统计人均淡水量占有量仅为全国人均占有量的 $1/8$, 而随着城市的发展, 用水量的增加和供水量的有限的矛盾非常突出. 城市污水处理厂的处理水, 在达到一定的水质条件后, 是非常稳定城市供水水源, 可用于城市环境用水、市政用水、工业冷却水等领域. 广义地讲, 城市污水处理厂二级出水也为再生水. 城市建设和发展中景观环境用水是再生水利用的一个非常重要的场合, 必要的景观环境用水不仅起到美化环境的作用, 同时可以改善局部小气候, 提供宜居的环境条件.
3. 期刊论文 [李福勤](#), [赵美英](#), [陈波](#), [陈靖](#), [王锦](#), [LI Fu-qin](#), [ZHAO Mei-ying](#), [CHEN Bo](#), [CHEN Jing](#), [WANG Jin](#) [三维电极去除污水厂二级出水中COD_{Mn}的研究](#)—[中国给水排水](#) 2009, 25(9)
 采用三维电极深度处理城市污水处理厂二级出水, 探讨了三维电极的各要素(粒子电极配比、极板间距、电流密度等)对去除二级出水中COD_{Mn}的影响. 利用正交试验比较各影响因素的相对权重, 得到最佳处理条件: 粒子电极配比为 $9:1$ 、极板间距为 9.0 cm 、电流密度为 4.4 mA/cm^2 、电解时间为 20 min , 该条件下对COD_{Mn}的去除率达到 70% , 优于常规三级处理工艺和曝气生物滤池/过滤工艺.
4. 期刊论文 [杨树雄](#), [陆善忠](#) [全膜法在城市污水处理厂二级出水深度处理中的应用](#)—[给水排水](#) 2008, 34(5)
 介绍了全膜法在大连泰山热电厂新建 $2 \times 135 \text{ MW}$ 火电机组锅炉补给水处理系统中的应用情况. 工程采用超滤(UF)-反渗透(RO)-连续电去离子膜块(EDI)联合工艺对污水处理厂二级出水进行深度处理, 介绍了工艺的设计、设备及运行情况, 并对运行数据进行分析. 经该工艺处理后的出水水质可满足设计要求, 并能保证电厂超高压锅炉用水的长期安全、可靠运行.
5. 期刊论文 [胡国臣](#), [王忠](#), [HU Guo-chen](#), [WANG Zhong](#) [城市污水处理厂二级出水用于城市绿化的研究](#)—[农业环境与发展](#) 1999, 16(3)
 对废水浇灌景观植物进行可行性研究. 评价指标为植物叶绿素、光合作用能力和呼吸作用能力. 试验结果说明, 经过生物处理的城市污水对植物有利无害, 因此, 城市污水经生物处理后可用于城市绿化.
6. 期刊论文 [李运林](#), [周荣敏](#) [生物沸石填料深度处理城市污水厂二级出水的试验研究](#)—[安全与环境工程](#) 2009, 16(5)
 将天然沸石与PVC多面空心球悬浮填料有机结合形成的生物沸石填料对城市污水处理厂二级出水进行深度处理试验研究, 结果表明: 在生物膜培养过程中, 以 $\text{NH}_4\text{-N}$ 的去除率保持稳定作为生物膜培养成熟的标志; 生物沸石填料深度处理的出水水质稳定, $\text{NH}_4\text{-N}$ 浓度在 2 mg/L 以下, 去除率达 90% 以上, 能够满足城市杂用水回用水质标准的要求; 最佳水力负荷和气水比分别为 4 L/h 和 $12:1$.
7. 期刊论文 [王荣斌](#), [汪翠萍](#), [邢奕](#), [邹安华](#) [城市污水处理厂二级出水深度处理回用的设计与运行](#)—[环境工程](#) 2007, 25(4)
 将城市污水作为工业循环冷却补充水的水源已成为世界各国解决缺水问题的主要方案之一, 但二级出水水质不符合循环冷却水对COD_{Cr}、硬度、氨、磷等指标要求, 必须对其进行深度处理才能回用. 本设计采用生物接触氧化+絮凝沉淀+机械搅拌澄清+连续动态过滤+消毒工艺, 其出水补充至电厂循环冷却水系统. 运行实践表明, 该工艺处理效率高, 动力消耗少, 出水水质达到循环冷却水水质标准, 且经过对工艺的改进完善, 使操作更加简便, 设备运行更加稳定.
8. 学位论文 [龙向宇](#) [石灰混凝法去除城市污水处理厂二级出水中有机物的工艺研究](#) 2004
 我国水资源严重不足, 城市污水回用是缓解我国水资源短缺的重要途径. 污水回用较跨流域调水、海水利用有很大的优势, 技术上是可行的. 城市用水中工业用水占有很大的比例, 而且工业用水中大多为水质要求不高的冷却水. 城市污水二级出水, 经适当处理就能达到工业循环冷却水的水质要求. 本研究针对石灰混凝法在水处理中工艺上有待解决的问题, 在石灰除碱的前提下, 采用石灰混凝处理工艺, 对城市污水二级出水有机物的去除进行工艺研究, 使处理后的出水达到工业循环冷却水的水质要求. 通过对石灰混凝法去除城市污水处理厂二级出水有机物的最佳技术的研究, 试验结果表明: 石灰用量采用氢氧

根规范计算,对有机物的去除率较高,COD的去除率达30%左右,出水的pH值控制在11.2左右;采用干投石灰法比湿投石灰法对有机物的去除效果好;在投药顺序上,宜采用先投加石灰、后投加絮凝剂的顺序.通过对比试验与正交试验,确定了最佳药剂组合,为石灰+(PFS-PDMAAC)+HPAM,其中复合絮凝剂中PFS的最佳投加量为15~25mg/L,PDMAAC的最佳投加量为1.0~2.0mg/L,HPAM的最佳投加量为0.5~1mg/L,对有机物的去除率达50%左右.本研究对石灰混凝法处理城市污水处理厂二级出水在工艺上进行了改进,将沉淀后的活性泥渣回流,并对处理后的后续工艺进行了研究.结果表明:沉淀泥渣的回流位置为石灰投加后、助凝剂投加前,利于石灰混凝处理工艺对有机物的去除,其去除率达70%左右;活性泥渣回流适于处理水质较好、出水浊度较低的二级出水.改进后的石灰混凝法处理的城市污水厂二级出水,碳酸盐硬度的去除率达70%,经中和处理后,达到循环冷却水的要求,可作为更高水质要求的回用水.

9. 学位论文 徐鸣 贫营养生物接触氧化新技术研究 2005

本文以微污染源水和城市污水处理厂二级出水这类贫营养水作为研究对象,针对微污染源水和城市污水厂二级出水的水质特点及其可生化性,采用贫营养生物接触氧化处理技术对其进行处理.通过对贫营养条件下的生物处理过程进行研究,了解贫营养环境下微生物对水中污染物质的去除效果,同时对污染物的去除效果及影响因素进行分析,探讨最佳的运行参数及条件.在试验的基础上,本文还对贫营养微生物的生长习性及其特点,贫生物接触氧化法去除污染物作用机理进行了分析与研究. 本论文研究成果对指导以微污染水为原水的自来水厂安全优质供水具有重要的参考价值,对保障人民群众身体健康起到积极的作用.同时由于水质的相似性,本文的研究也对以城市污水厂的二级出水作为原水的污水回用处理工艺提供理论依据和方法指导.

10. 学位论文 任俊智 二氧化氯消毒在污水厂中的应用 2005

本课题是在对臭氧消毒、紫外线消毒和二氧化氯消毒,这三种消毒方式进行比较后,选择二氧化氯消毒法作为对纪庄子污水处理厂二级出水的消毒手段.本课题从新技术的应用及确定最佳的优化运行模式着手考虑,以便为大型城市污水处理厂的出水消毒提供一个新的模式,同时摸清二氧化氯用于大型城市污水处理厂二级出水消毒的使用浓度、接触时间、运行成本及对出水的影响.在课题实施过程中通过正交试验得出消毒应使用的浓度和有效接触时间分别为{2.805g/m³, 2.920g/m³}和{297s, 303s},直接成本为{0.0171元/m³, 0.0178元/m³}.并通过分析发现使用二氧化氯消毒不但能降低粪大肠杆菌数量,还能够降低出水中BOD₅、COD_{Cr}浓度,但是会造成氨氮含量的升高.

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_jsps200607012.aspx

下载时间: 2009年12月25日