

文章编号:1673-9469(2013)02-0059-03

doi:10.3969/j.issn.1673-9469.2013.02.015

活性炭污泥回流处理季节性微污染东江水

崔俊华¹, 崔更新¹, 邵森林², 李圭白²

(1. 河北工程大学 城市建设学院, 河北 邯郸 056038; 2. 哈尔滨工业大学 城市水资源与水环境国家重点实验室, 黑龙江 哈尔滨 150090)

摘要:利用炭砂滤池中试系统,将粉末活性炭和聚合氯化铝混合污泥回流至炭砂滤池的絮凝池,考察无炭泥回流与炭泥回流比为1%、3%、5%时对浊度、有机物和氨氮的去除效果,得出最优回流比。结果表明:系统稳定运行前提下,炭泥回流工艺会明显提升对浊度、有机物和氨氮的去除效果;在一定范围内($\leq 3\%$),去除率随着回流比的增加而增大;回流比为5%时,受微絮体以及过多回流污泥影响,沉淀池和滤池负担过大,影响各指标的去除效果。

关键词:含炭污泥;UV₂₅₄;氨氮;回流比

中图分类号:X703

文献标识码:A

Enhanced treatment of Dongjiang water of seasonal light pollution with activated carbon sludge recirculation

CUI Jun-hua¹ CUI Geng-xin¹ SHAO Sen-lin² LI Gui-bai²

(1. College of Urban Construction, Hebei University of Engineering, Hebei Handan 056038, China; 2. State Key Laboratory of Urban Water Resource and Environment, Harbin University of Technology, Heilongjiang Harbin 150090, China)

Abstract: Using the experimental carbon-sand filter system to make the PAC and PACL mixed sludge circumfluence to flocculation pool, the removal effect of organic matter and ammonia nitrogen was investigated, the optimal reflux ratio are obtained. The results show that when the system is in steady running, coal mud reflow process on turbidity, organic matters and ammonia nitrogen removal efficiency are better than carbon mud reflux process; within a certain range (3%) or less, the removal rate increases with the increase of reflux ratio increases; when the reflux ratio is 5%, because of the micro-flocs and excess backflow sludge, the effect of sedimentation tank and filter burden is too large, affecting the removal efficiency of each index.

Key words: activated carbon sludge; UV₂₅₄; ammonia nitrogen; reflux ratio

东江原水是东莞市的主要饮用水源,但是每年进入雨季后,受城市排涝等因素影响,东江原水会受到季节性和突发性污染,传统水处理工艺对这种污染作用不大。粉末活性炭吸附技术作为一种应对突发性污染的有效措施,已在各地水厂中应用^[1-3]。然而常规处理工艺中,粉末活性炭的有效停留时间仅为10~20 min,吸附能力并未得到完全发挥^[4-5]。

本试验将粉末活性炭(PAC)和聚合氯化铝(PACL)的混合污泥回流至炭砂滤池中试试验设备

絮凝池第一个混合槽,记录下无炭泥回流与炭泥回流比为1%、3%、5%等工艺下浊度、有机物、氨氮、亚硝的数值及去除率,取所记录数据稳定运行时的平均值,以减小试验误差,并分析各工艺的差别,得出最佳回流比,以期工程应用提供技术支持。

1 试验设备与方法

1.1 试验设备及运行参数

图1是中试设备流程图,投加6 mg/L的

收稿日期:2013-01-15

基金项目:国家科技重大专项(2008ZX07423-004)

特约专稿

作者简介:崔俊华(1964-),男,河北大名,教授,从事水处理、污水处理及固体废弃物研究。

PACL于混合池,10 mg/L的PAC于絮凝池。通过污泥泵将沉淀池底部的混合污泥回流至絮凝池的第一个混合槽,并通过控制回流比来考察出水的各项指标,装置处理水量为 $1.5 \text{ m}^3/\text{d}$ 。

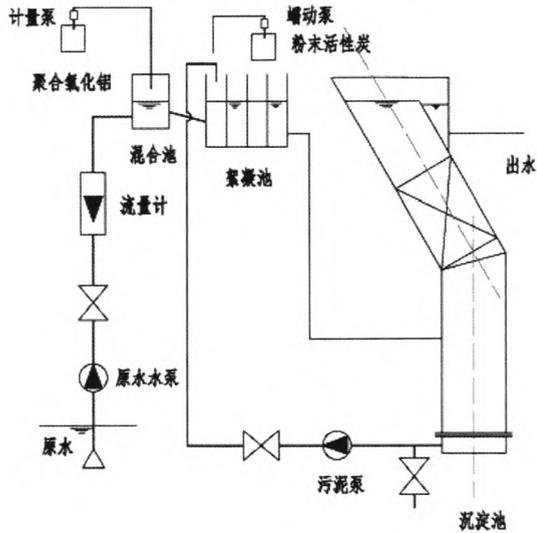


图1 中试流程图

Fig.1 Flow chart of pilot process

1.2 试验水质

试验所用原水为微污染东江水,试验期间原水水质情况如表1所示:

1.3 检测方法

浊度采用美国哈希公司 HACH2100N 台式浊度仪测定; UV_{254} 采用紫外可见分光光度计测定(水样预过 $0.45 \mu\text{m}$ 膜); COD_{Mn} 采用国标 (GB/T5750.1-2006) 中酸性高锰酸钾法测定; 氨氮采用纳氏试剂比色法测定。

2 结果与讨论

2.1 粉末炭污泥回流对有机物的去除效果

PAC 吸附,炭泥回流分别为 1%、3%、5% 时对 UV_{254} 的去除效果如图 2、图 3 所示。

由图 2 可以看出,对于沉后水而言,PAC 吸附,炭泥回流 1%、3%、5% 对 UV_{254} 的去除率分别为 44.82%、50.13%、52.81%、52.72%。炭泥回流对 UV_{254} 去除率的提升效果明显。 UV_{254} 代表诸

如腐植酸等含苯环或共轭双键的芳香类或者烃类有机物,难于生物降解,但容易被活性炭吸附。因此,回流污泥中尚未完全发挥吸附作用的 PAC 会明显提升对 UV_{254} 的去除率。理论上随着回流比升高,系统中 PAC 含量增多,对 UV_{254} 的去除率也会相应提高,但回流比过高,回流污泥会增大斜管沉淀池的负荷,影响混凝效果,进而影响对 UV_{254} 的去除率。所以本现场试验去除 UV_{254} 的最佳回流比为 3%。

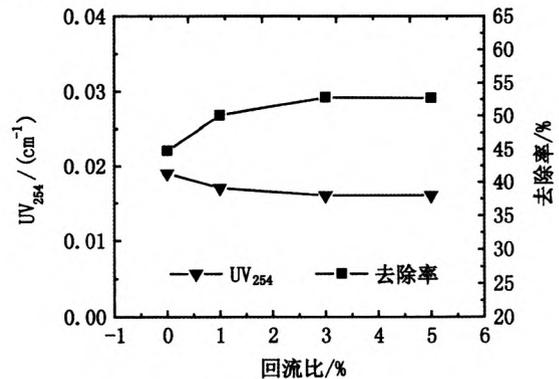


图2 沉后水 UV_{254} 及去除率对比

Fig.2 UV_{254} removal rate of water of PAC sludge-return

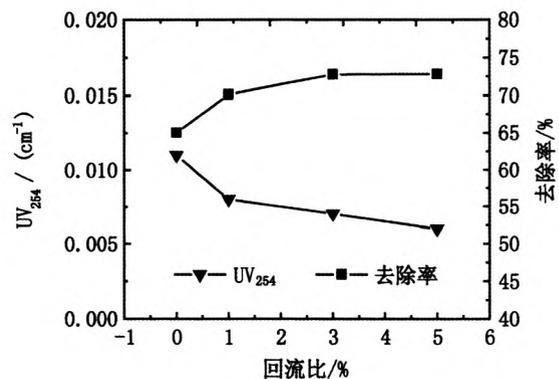


图3 滤后水 UV_{254} 及去除率对比

Fig.3 UV_{254} removal rate of water of PAC sludge-return

由图 3 可以看出,就滤池单元去除率而言,炭泥回流工艺对 UV_{254} 的去除效果较好。另一方面,滤池单元去除率越高,说明滤池吸附的微絮体越多,会增大滤池负荷,需要适当提高反冲洗强度和频率,以延长滤料和滤池寿命。

表1 原水水质参数

Tab. 1 Water quality of raw water

温度/ $^{\circ}\text{C}$	浊度/NTU	$UV_{254} / (\text{cm}^{-1})$	$COD / (\text{mg/L})$	氨氮/ (mg/L)	亚硝/ (mg/L)	硝氮/ (mg/L)
16~20	18.4~26.8	0.023~0.034	1.84~2.47	1.90~2.89	0.039~0.14	2.24~2.67

由图4可以看出,对于沉后水而言,炭泥回流0%、1%、3%、5%时对 COD_{Mn} 的去除率分别为46.52%、48.49%、55.29%、55.82%。混凝沉淀阶段对 COD_{Mn} 的去除可分两个方面,即混凝和活性炭吸附。由于四种工艺所投加的PACL和PAC的量相同,去除率的差异主要来自回流污泥中未被利用的活性炭作用,所以随着回流炭泥百分比的升高, COD_{Mn} 的去除率会逐渐升高。

由图5看出,回流比为5%时,去除率反而有所下降,这是因为沉后水浊度过大,滤料层上附着的生物膜受过多微絮体影响,过滤和生物降解效率降低。本试验整体对于 COD_{Mn} 的去除率相对较高,可能因为进水 COD_{Mn} 较低和进出水中亚硝酸盐氮消耗氧化剂 $KMnO_4$ 影响测量效果的缘故。

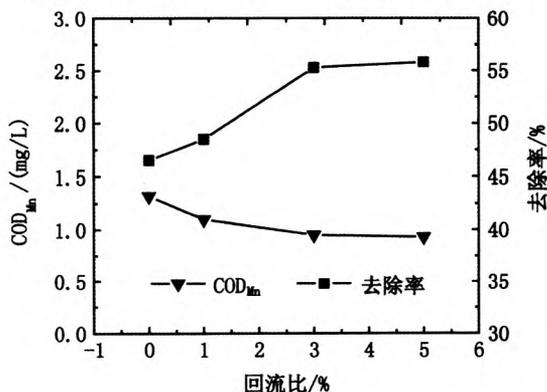


图4 沉后水 COD_{Mn} 及去除率的对比

Fig.4 COD_{Mn} removal rate of water of PAC sludge-return

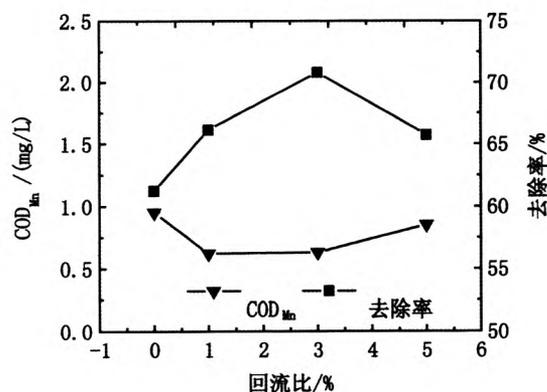


图5 滤后水 COD_{Mn} 及去除率的对比

Fig.5 COD_{Mn} removal rate of water of PAC sludge-return

2.2 粉末炭污泥回流对氨氮的去除效果

图6为炭泥回流工艺下沉后水氨氮及去除率的对比效果图。可以看出,对于沉后水而言,炭泥回流对氨氮有一定去除效果,去除量为0.17 -

0.76 mg/L。氨氮的去除主要依赖微生物的硝化作用。PAC对氨氮的吸附能力很差^[6],但其发达的孔隙结构可以为微生物的生长提供充足空间,也有利于生物富集^[7]。回流的混合污泥中含有大量微生物,可通过生物降解去除一部分氨氮。回流比为5%时,氨氮的去除率反而出现了一定下降;这是因为回流比较高时,硝化菌自身内源呼吸作用产生的剩余污泥不能及时排出。

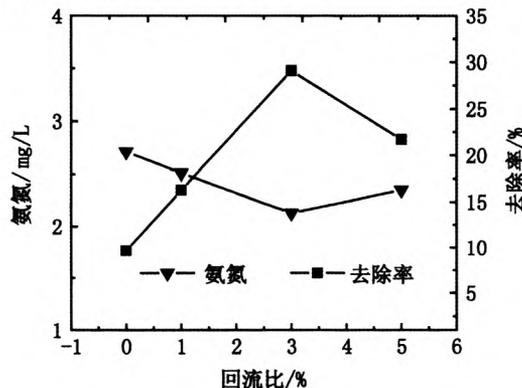


图6 沉后水氨氮及去除率的对比

Fig.6 Comparison of ammonia removal rate of settled water with PAC sludge-return

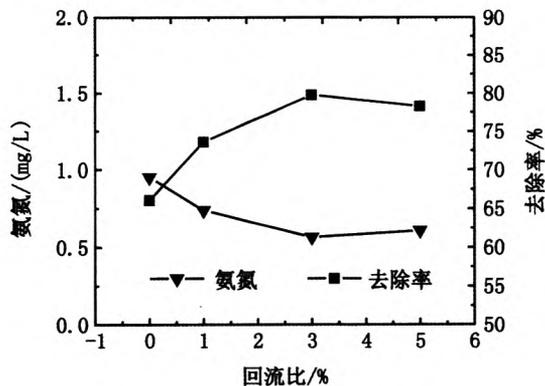


图7 滤后水氨氮及去除率的对比

Fig.7 Comparison of ammonia nitrogen and removal rate of filtered water

图7为滤后水氨氮及去除率的对比效果图。可以看出,工艺对氨氮的去除主要集中在滤池阶段。炭层上附着的生物膜和回流炭泥中均含有大量微生物,会显著去除氨氮。但回流比过高时,微絮体和微生物内源呼吸产生的剩余污泥都会影响微生物的降解效率。故本试验中去除氨氮最适宜回流比为3%。

3 结论

1) 炭泥回流工艺相对不回流工艺对浊度、有机物和氨氮去除效果具有明显的提升作用,随着回流比的增高,各项指标的去除率(下转第64页)

水位验证的0.03。

4 模型验证^[8]

本次模拟重点关注圣平岛附近水位的变化值,利用实验天然工况对上述调试好的模型进行验证,取出33、36断面的模拟水位与相应试验数据进行比较,比较如图7、图8所示。

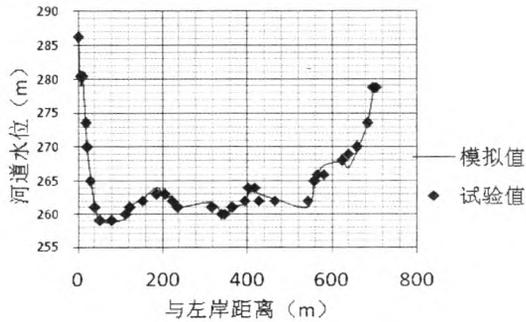


图7 断面33模拟值与试验值

Fig.7 Simulation and the experimental values of cross-section 33

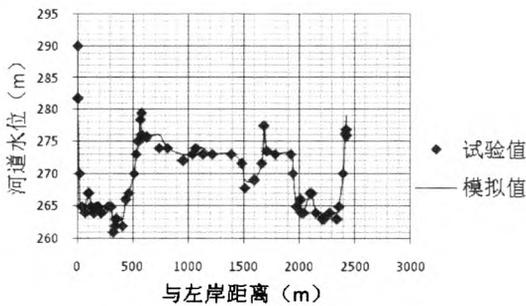


图8 断面36模拟值与试验值

Fig.8 Simulation and the experimental values of cross-section 36

从图中可以看出模拟值和试验值吻合较好,

(上接第61页)也随之增高。

2)回流比为5%时,工艺对有机物和氨氮去除率的提高不明显,出水浊度升高,增加了沉淀池和炭砂滤池负担,造成反冲洗强度和频率加大。通过综合考虑,中试现场回流比3%效果更好。

参考文献:

- [1] 王悦,刘春,李曼. 活性污泥性质对基因工程菌吸附影响研究[J]. 河北科技大学学报, 2013, 34(2): 168-172.
- [2] 宋志伟,程晓霞,宁婷婷,等. 污泥负荷对好氧颗粒污泥运行稳定性的影响[J]. 黑龙江科技学院学报, 2012, 22(2): 111-115.
- [3] 吴思斯,梁宏,王林元,等. 三维电极法处理钻井废水实验研究[J]. 四川理工学院学报:自然科学版,

也就是可以用调试好的模型来进行项目计算。

5 结论

1)对于较长河道的数值模拟可以在江心洲、桥梁等特殊部位通过局部划分网格,试算,再细划分网格,再试算的方法,一般都能使计算收敛。

2)部分工程因其河道长,坡度大,通过网格加密不能使计算收敛,所以采用热启动技术降低下游水位来使计算收敛。

3)通过数值模拟跟物理模型结果进行对比,数模与物模吻合较好,为工程建设提供借鉴。

参考文献:

- [1] 鲁海燕. SMS模型在杭州湾潮流模拟中的应用[J]. 浙江水利科技, 2003(03): 4-6.
- [2] 陈思宇,匡翠萍,刘曙光,等. 太浦河一维、二维水流数值模拟比较研究[J]. 人民长江, 2008(15): 52-53.
- [3] 虞春,周雄辉,张永清. 基于特征的有限元网格划分研究[J]. 机械科学与技术, 1999(02): 210-212.
- [4] 陈虹,王胜安. 复杂河道二维水流数学模型与应用[J]. 福州大学学报:自然科学版, 2010(04): 589-595.
- [5] 张华杰,周建中,毕胜,等. 基于自适应结构网格的二维浅水动力学模型[J]. 水动力学研究与进展 A辑, 2012(06): 667-678.
- [6] 汪荣胜,宋立松,张泽锋,等. 二维水流数值模拟系统研制与应用[J]. 水电能源科学, 2010(10): 118-121.
- [7] 姜淑坤,付艳红. 河道糙率问题的探讨[J]. 吉林水利, 2005(03): 25-26.
- [8] 金腊华. 河流平面二维水流数学模型在抚河中的应用[J]. 江西水利科技, 1992(02): 114-122.

(责任编辑 刘存英)

2012, 25(4): 57-60.

- [4] 卢燕. 活性炭吸附罗丹明B的研究[J]. 四川理工学院学报:自然科学版, 2010, 23(6): 67-69.
- [5] 李晓,李星,杨艳玲,等. 粉末活性炭与聚合氯化铝污泥回流技术的研究[J]. 中国给水排水, 2011, 27(21): 25-29.
- [6] 王占生,刘文君. 微污染源饮用水处理[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1999.
- [7] KIMA H S, KATAYAMAB H, TAKIZAWAB S, et al. Development of a microfilter separation system coupled with a high dose of powdered activated carbon for advanced water treatment[J]. Desalination, 2005, 186(1-3): 215-226.

(责任编辑 马立)