

改进型 SBR 处理奶牛场废水运行参数的研究

张翔, 刘金盾, 张浩勤, 万亚珍, 张永占

(郑州大学 化工学院, 河南 郑州 450001)

摘要:采用改进 SBR 法对奶牛场粪便废水进行处理,考察曝气时间、沉淀时间、污泥浓度等因素对奶牛场废水处理效果的影响。结果表明:好氧 SBR 反应器处理奶牛场废水过程中,曝气 6 h,沉淀 60 min,进水 COD_{Cr} 在 500~2 500 mg/L 之间变化时, SBR 系统运行稳定, COD_{Cr} 、TKN 和 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 去除率分别在 80%、70%、85% 以上; SBR 反应器缺氧段的增设,提高了 TKN 及 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 的去除效果。

关键词:奶牛场废水; 序批式活性污泥法(SBR); 运行参数; 去除率

中图分类号: X 703.1

文献标识码: A

0 引言

随着我国畜牧业迅速发展,畜禽粪便废水污染日益严重。加大对畜禽业环境污染的综合治理力度,降低畜禽业对环境造成的污染,已成为亟待解决的问题^[1]。对畜禽粪便废水处理与利用技术的研究,主要采用厌氧、好氧、生物净化组合等工艺以及生物处理与化学处理相结合的方法对其进行处理。SBR 生化反应器在流程上只有一个基本单元,将调节池、曝气池和二沉池功能集于一身,进行水质水量调节、降解有机物和固液分离等,具有组成简单,耐冲击负荷,运行操作灵活等优点^[2-3],日益受到青睐。实验采用改进的 SBR 反应器对奶牛场粪便废水进行处理,研究该反应器运行过程中各因素对废水处理效果的影响以及该反应器对 TKN、 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 的去除能力。

1 实验材料与方法

1.1 实验材料与装置

实验所用废水取自郑州市某养牛场粪便冲洗水,格栅过滤后作为进水;活性污泥源于郑州市某污水处理厂二沉池污泥。

SBR 反应器反应区长 750 mm,宽 150 mm,高 650 mm,有效体积 50 L,如图 1 所示。

1.2 实验流程

废水处理工艺流程:奶牛场废水—格栅—SBR 生化反应器—出水。

SBR 工作流程:进水—缺氧—曝气—沉淀—出水—闲置—下一周期。

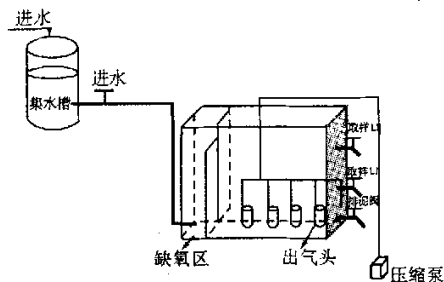


图 1 SBR 反应器示意图

Fig. 1 Simplified structure graph of SBR

1.3 分析方法

色度、 COD_{Cr} 、MLSS、TKN 及 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 均采用常规法进行测定^[4]。

2 结果与讨论

将驯化成熟的接种物装入 SBR 反应器,分批将经格栅过滤后的废水通过重力流送入 SBR 反应器,进行废水处理。

2.1 曝气时间对 SBR 反应器运行情况的影响

在 SBR 反应器运行过程中,曝气是氧气有效供给的必要条件,曝气时间短,溶解氧供应不充分,微生物代谢受影响,不能有效地降解废水中有机物;曝气时间过长,造成资源及能源的浪费,运行成本增加^[5],因而需对曝气时间进行研究,曝气时间对废水 COD_{Cr} 去除率的影响如图 2 所示。

收稿日期:2007-05-20;修订日期:2007-06-07

基金项目:河南省杰出人才创新基金(0521001400)

作者简介:张翔(1970-),男,河南夏邑人,郑州大学讲师,博士生,从事畜禽粪便及高浓度有机废水处理研究工作。

随曝气时间延长,出水 COD_{Cr} 去除率逐渐增大. 但曝气到一定时间后 COD_{Cr} 去除率增加缓慢. 实验发现当奶牛场废水进水 COD_{Cr} 为 725.6 mg/L、1 231.5 mg/L、2 020.0 mg/L 时,采用相同的污泥负荷率,曝气 6 h, COD_{Cr} 去除率分别达到 82.0%、81.0%、80.6%,此后 COD_{Cr} 去除缓慢,从实验结果及经济角度考虑,较佳曝气时间为 6 h.

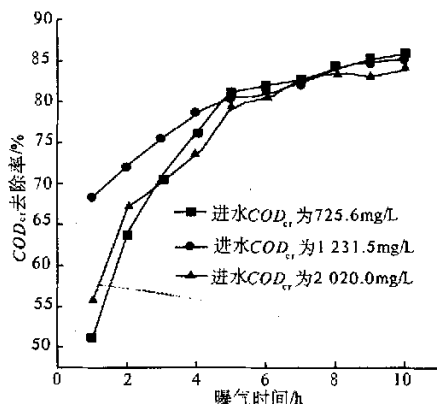


图2 曝气时间与 COD_{Cr} 去除率关系

Fig.2 Relationship between aeration time and removal rate of COD_{Cr} .

2.2 沉淀时间对 SBR 反应器运行情况的影响

SBR 反应器对废水进行生化处理,曝气后沉淀时间直接影响出水水质. 沉淀时间过短,污泥沉淀不完全,出水 COD_{Cr} 含量较高;沉淀时间过长,造成设备闲置、资源浪费,降低 SBR 处理能力. 沉淀时间与出水 COD_{Cr} 之间的关系如图 3. 进水 COD_{Cr} 为 1 693.4 mg/L,其它条件相同时,随沉淀时间延长, COD_{Cr} 去除率不断增加,沉淀 60 min 时去除率达 83.3%,此后 COD_{Cr} 去除率虽有增加但增加甚微. 因而采用 SBR 法处理奶牛场废水,为

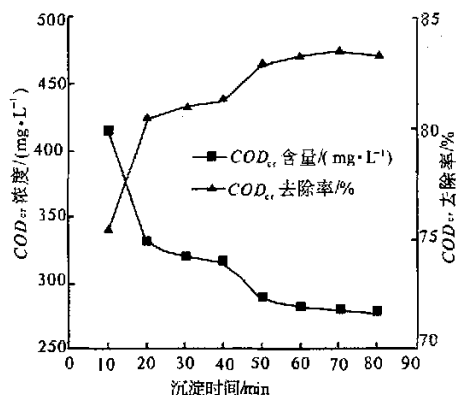


图3 沉淀时间与 COD_{Cr} 关系

Fig.3 Relationship between sedimentation time and the concentration of COD_{Cr} .

得到较好的出水水质,又不造成资源浪费,沉淀时间 60 min 为宜.

2.3 污泥浓度对 SBR 反应器运行情况的影响

在进水水质相同的情况下,生化反应处理污水过程中污泥浓度的大小对处理结果有很大的影响. 污泥浓度过大,微生物因得不到充足营养物质进行内源代谢而死亡,使污泥中死泥比例增加,影响污泥的沉淀性能及处理效果;污泥浓度过低,有机负荷率较高,造成有机物去除率降低^[6]. 在曝气时间、沉淀时间相同的情况下,污泥浓度对出水 COD_{Cr} 的影响如图 4 所示. 污泥浓度较低时,随污泥浓度增加, COD_{Cr} 含量逐渐降低,去除率增大;当超过一定值后, COD_{Cr} 含量反而增加. 试验结果表明当进水 COD_{Cr} 为 1 095.0 mg/L 时,污泥浓度为 2 506 mg/L, COD_{Cr} 去除率达到 84.1%.

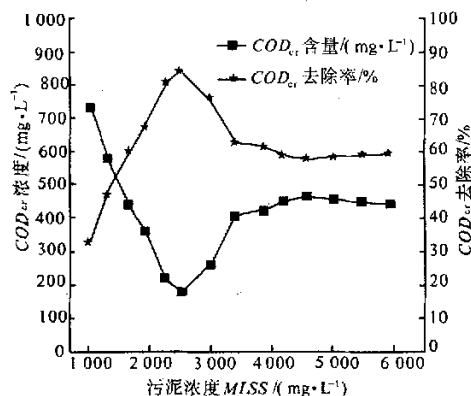


图4 污泥浓度与 COD_{Cr} 含量关系

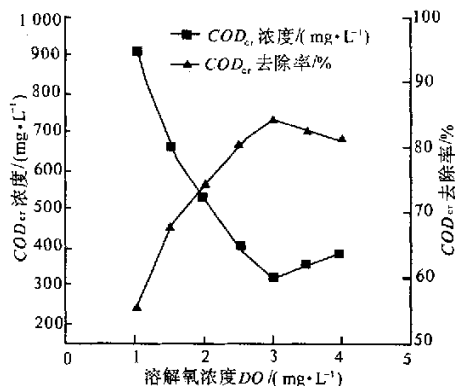
Fig.4 Relationship between the concentration of active sludge and the concentration of COD_{Cr} .

2.4 溶氧浓度 (DO) 对 SBR 反应器运行效果的影响

由于 SBR 反应器中活性污泥微生物主要为好氧菌,反应器中维持一定浓度的溶解氧至关重要^[7]. 在相同的实验条件下,调节曝气量,以改变反应器内溶解氧浓度 (DO),测定反应器中 COD_{Cr} 含量及其去除率,结果如图 5 所示. 随 DO 增大, COD_{Cr} 含量逐渐降低,当 DO 达到 3 mg/L 时, COD_{Cr} 的去除率为 84.2%,但是 DO 浓度进一步增大时, COD_{Cr} 含量反而有所上升,这可能是由于过大的曝气量造成部分活性污泥絮体被破坏,反应器的处理能力下降. 因而操作时控制 DO 在 3 mg/L 左右. 既可以保障 SBR 反应器有较好的处理效果,又可避免资源和能源的浪费.

2.5 抗冲击负荷实验研究

为检验系统运行的稳定性,进行抗负荷冲击

图5 溶解氧DO与COD_{Cr}含量关系Fig. 5 Relationship between DO and COD_{Cr}

实验,结果如图6所示,当反应器内污水COD_{Cr}浓度在500~3000 mg/L之间变化时,出水COD_{Cr}随着进水COD_{Cr}浓度的增大而有所增加,COD_{Cr}的去除率变化基本稳定在80%,SBR反应器对有机负荷具有一定抗冲击能力,进水COD_{Cr}在一定范围内变化对系统基本不造成影响。出水COD_{Cr}含量增加主要因为进水中的细微纤维素随进水浓度增加而增加,即难以被微生物降解的COD_{Cr}含量增加。这主要是由于SBR按周期运行,周期间相互联系,活性污泥相互补偿,如果一个周期负荷较高时,周期末的污泥活性降低,在下一周期负荷较低时,污泥活性得到恢复,相邻周期之间污水浓度以及污泥负荷发生变化时,可由污泥活性度加以调节,使COD_{Cr}去除率稳定。

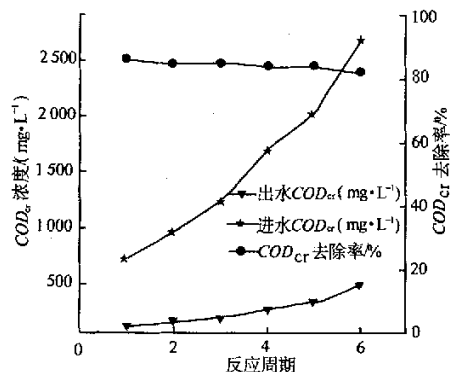


图6 反应器抗负荷冲击能力

Fig. 6 The stand capability of SBR reactor

2.6 TKN和NH₄⁺-N的去除情况

在最佳曝气时间及曝气量的情况下,研究反应器内氮的去除情况,如图7、图8所示。反应系统对TKN及NH₄⁺-N的去除效果较为显著,TKN的去除率最高达89%。这是因为反应器前段设置

了一个缺氧段,同时采用限制性曝气方式^[8],即进水阶段不曝气,使进水阶段的活性污泥混合液由缺氧-缺氧状态过渡到厌氧状态,此时反硝化细菌便可利用水中有有机质作为氮源,通过反硝化作用去除部分NO₃⁻-N;同时,限制性曝气还可以最大限度地提高混合液中的基质浓度,使反应过程有较大的浓度梯度,有利于控制丝状菌,使反应器更有利于脱除污水中的TKN,这与有关报道相吻合^[9]。NH₄⁺-N去除率则达到95%。

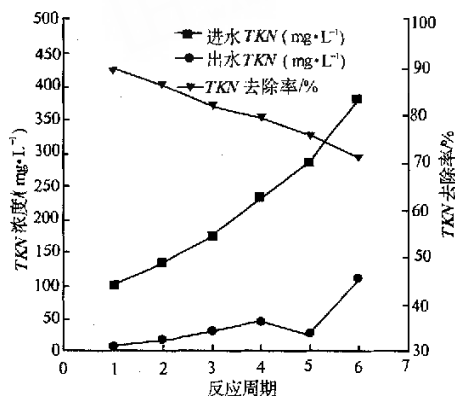
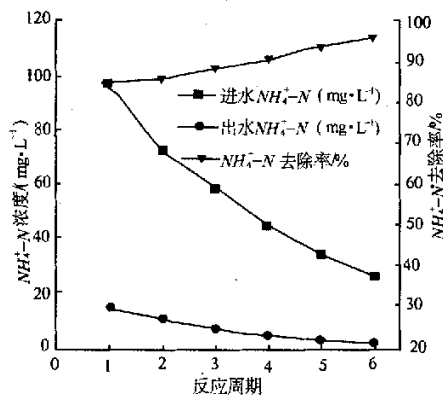


图7 TKN含量变化曲线

Fig. 7 Variation curves of TKN

图8 NH₄⁺-N浓度变化曲线Fig. 8 Variation curves of NH₄⁺-N

3 结论

(1)奶牛场粪便废水具有较好的生化性,适合用改良的SBR反应器处理。该SBR反应器处理奶牛场废水优化操作条件:曝气时间6 h、沉淀时间60 min、溶氧浓度为3 mg/L、污泥浓度为2500 mg/L,此时COD_{Cr}去除率达80%以上。

(2)由于该SBR反应器前端增设了缺氧段,有利于硝化-反硝化反应的进行,使该反应器具有较好的硝化-反硝化脱氮效果。TKN及NH₄⁺-

N的去除率较高,分别达70%、85%以上。

(3)SBR工艺流程简单、操作方便,具有一定的抗负荷冲击能力,对奶牛场粪便废水 COD_{Cr} 在500~2 500 mg/L之间变化时,反应器具有较强的抗负荷冲击能力, COD_{Cr} 去除率基本稳定在80%左右。

参考文献:

- [1] 李晓涓,杨丽娟. 畜禽养殖污染是不容忽视的新的环境问题[J]. 环境保护科学,2005,31(3):56-57.
- [2] 王凯军,宋英豪. SBR工艺的发展类型及其应用特征[J]. 中国给水排水,2002,18(7):23-26.
- [3] 程晓如,魏娜. SBR工艺研究进展[J]. 工业水处理,2005,25(5):10-13.
- [4] 国家环保总局. 水和废水检测分析方法(第4版)[M]. 中国环境科学出版社,2002:89-92.
- [5] 曾薇,王淑莹,彭永臻. SBR法好氧曝气时间的模糊控制[J]. 水处理技术,2005,31(1):65-68.
- [6] 高廷耀,顾国维. 水污染控制工程[M]. 北京:高等教育出版社,135-140.
- [7] HU L L, WANG J L, XIANG H, et al. Study on performance characteristics of SBR under limited dissolved oxygen[J]. Process Biochemistry, 2005, 40(1): 293-296.
- [8] 崔延瑞,崔凤灵,孙剑辉. 进水方式对SBR系统处理废水的影响[J]. 水处理技术,2006,32(8):50-53.
- [9] 孙剑辉,艾涤非,高健磊,等. 厌氧折流板反应器处理邻硝基苯胺废水的研究[J]. 郑州大学学报(工学版),2005,26(2):60-62.

Study on the Operational Parameters of Modified SBR in the Process of Treating Cattle Manure Wastewater

ZHANG Xiang, LIU Jin-dun, ZHANG Hao-qin, WAN Ya-zhen, ZHANG Yong-zhan

(School of Chemical Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: Treatment of cattle wastewater using modified SBR process was studied in the paper. Effect of aeration time, DO, sedimentation time and the MLSS concentration on the SBR reactor were investigated. Results indicated that the removal rate of COD_{Cr} , TKN and $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ were above 80%, 70%, 85% respectively when the SBR reactor was operated in the condition of aeration time 6h, DO 3 mg/L, sedimentation time 60min and MLSS 2 500 mg/L, and that there was no obvious effect on the modified SBR reactor when the COD_{Cr} of inflow water ranged from 500 mg/L to 3 000 mg/L. Inserting anoxic phase can help to increase the removal rate of TKN and $\text{NH}_4^+ - \text{N}$.

Key words: cattle wastewater; sequencing batch reactor; operational parameter; removal rate