

生活污水中污染物在改进 SBR 法不同工序中转化规律的实验研究

王汉道 曾其炉 王冰娜 戴东平 陈超喜 黄智文 曹巍
(广东轻工职业技术学院 食品与生物工程系, 广东 广州 510300)

摘 要:探讨了生活污水中污染物在改进 SBR 法不同工序的转化规律。试验结果表明:反应周期宜控制在 8 h,其中两次厌氧和一次好氧各 1 h,二次好氧 3 h,沉淀、排水及闲置共 2h。经处理后出水 COD、NH₃-N 及 NO₃-N、TP 的浓度分别为 35-90 mg·L⁻¹、0-9.5 mg·L⁻¹、1.8-9.0 mg·L⁻¹、0.4-1.1 mg·L⁻¹,优于传统的 SBR 法,达到了国家污水综合排放一级标准。

关键词:改进 SBR 法;生活污水;脱氮除磷;污水处理

中图分类号: X 131.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-1950(2005)01-0013-04

城市污水的治理普遍偏重于有机污染物的去除,而对脱氮、除磷力度不够,导致了水体的富营养化。而 SBR 法可以在时间上灵活地控制厌氧、好氧的环境条件,成为城市污水脱氮、除磷的理想工艺^[1-4]。传统的 SBR 法由五工序组成,如何对传统的 SBR 法运行工序进行改进,提高氮、磷的去除率,发挥现有装置的应有效能,是摆在环境工作者面前的重要任务。因此对生活污水中污染物在改进 SBR 法不同阶段转化规律进行研究,是优化操作以高效脱氮、除磷的必要条件。

1 材料与方 法

1.1 试验装置及运行方式

SBR 反应器采用 PVC 塑料制作,总容积 60 L,有效容积 50 L。试验运行采用进水-厌氧 1-好氧 1-厌氧 2-好氧 2-沉淀-排水-闲置(以别于传统的五工序)的方式。厌氧时采用机械搅拌,好氧时采用鼓风曝气,由空压机通过烧结砂芯布气充氧。试验装置见图 1。

1.2 试验方法

活性污泥取自广州市某城市污水处理厂污泥浓

缩罐,投入 SBR 反应器后加入试验污水,按照传统 SBR 法步骤运行,驯化培养菌种,每天换水一次,并测定混合液的 SV 值,经过 7-9d 的培养,可发现 SV 值不断升高,污泥外观呈黄褐色,活性及沉降性能均较好。第 15d 开始试运行,通过改变运行条件,测定运行过程中各项污染物指标,探讨改进 SBR 法处理生活污水时有关污染物的转化规律。

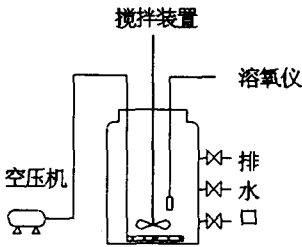


图 1 SBR 反应装置图

1.3 污水水质

试验用水取自广东某高校教工宿舍区下水道总排放口,污水水质见表 1。

表 1 污水水质指标

项目	指标
COD/mg·L ⁻¹	154.2~220.0
NH ₃ -N/mg·L ⁻¹	20.0~33.2
TP/mg·L ⁻¹	2.1~11.0
pH	7.1~7.4

1.4 试验分析方法

试验分析方法见表 2。

收稿日期: 2004-12-28

作者简介: 王汉道(1965-),男,硕士,工程师。

表2 试验分析方法

项目	测定方法
COD	重铬酸钾法
NH ₃ -N	纳氏试剂光度法
NO ₃ -N	酚二磺酸光度法
TP	氯化亚锡还原光度法
pH	pHS-2C型精密酸度计

2 试验结果与讨论

2.1 一次厌氧阶段各种污染物的转化情况

在 $MLSS=4.5\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$, $DO\leq 0.2\text{ m}\cdot\text{L}^{-1}$ 的条件下,对生活污水进行厌氧处理,厌氧反应的目的是通过反硝化来脱氮和聚磷菌充分释放磷,进一步提高污水的可生化性。厌氧反应时间由反硝化脱氮所需时间和聚磷菌充分释放磷所需时间决定。为了确定合适的厌氧时间,试验过程中厌氧时间持续 3 h,处理情况见图 2(由于生活污水水质变化,每次实验重复一次,都体现了相同的规律,图中数据为其中一次,下同)。由图知: $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度变化不大, $\text{NO}_3\text{-N}$ 浓度因反硝化脱氮而降低,0.5 h 即可达到最低值;污水中总磷浓度则随厌氧时间增加而增加,但 1.5 h 后增加不显著;污水中 COD 在厌氧 0.5 h 期间是增加的,其后随时间延长而降低,这说明厌氧阶段有部分难降解有机物得到了降解。考虑到二次厌氧需要有机物的参与,故本阶段时间不宜过长。在 SBR 排水工序反应器中还剩一部分处理水,其中的 $\text{NO}_3\text{-N}$ 在厌氧阶段可以反硝化脱氮,脱氮主要发生在前 40 min,再延长厌氧时间,脱氮效率降低。考虑到聚磷菌充分释磷后才能过量吸收磷,为了达到高效生物除磷的目的,厌氧释磷的时间应不少于 50 min。综合考虑反硝化时间、释磷时间及二次厌氧对有机物的需要,厌氧时间取 1 h。这与采用限量曝气的进水方式脱氮除磷效果均较好^[1]的思路一致。

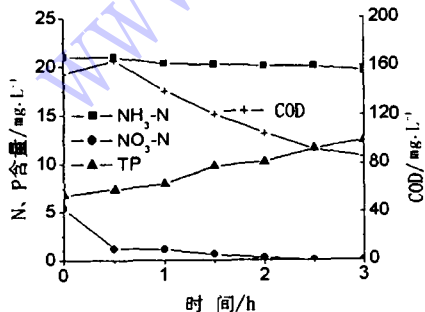


图2 一次厌氧生活污水中污染物的变化情况

2.2 一次好氧阶段各种污染物的转化情况

生活污水经厌氧 1 h 后,进入好氧阶段, $DO=2\sim 4\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$,好氧反应的目的是去除 COD、将 $\text{NH}_3\text{-N}$ 硝化和聚磷菌过量吸收磷,因此,好氧反应的时间由上述因素决定。为了确定合适的好氧时间,试验过程将其延长 2 h,测定 COD、TP、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 及 $\text{NO}_3\text{-N}$ 随时间变化情况,好氧阶段的处理效果见图 3。由图可知,污水中 $\text{NO}_3\text{-N}$ 浓度随时间而增加,这是由于生活污水中的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 在好氧阶段被硝化的结果, $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度随曝气时间的延长而降低。污水中总磷在前 1 h 厌氧阶段有所升高,在一次好氧阶段降低较快,这说明了厌氧时聚磷菌放磷充分,好氧时聚磷菌吸磷能力较好。考虑到二次厌氧需要有机物的参与,为了降低成本和处理时间,我们选择了 1h 的好氧处理时间。此阶段可去除污水中一部分有机物,同时进行硝化与吸磷。

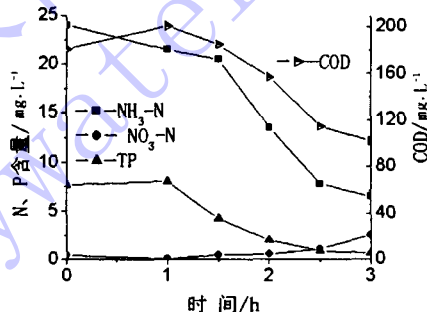


图3 一次好氧生活污水中污染物转化情况

2.3 二次厌氧阶段各污染物的转化情况

在一次厌氧、好氧各 1 h 的基础上进行二次厌氧 2 h 处理生活污水,处理结果见图 4。由图可见,一次好氧阶段 $\text{NO}_3\text{-N}$ 浓度在二次厌氧阶段随时间延长而降低,1 h 内接近于零,这是由于反硝化脱氮的结果;而 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度在一次厌氧时几乎不变,一次好氧时迅速降低,在二次厌氧时几乎不变,与 $\text{NH}_3\text{-N}$ 在厌氧、好氧环境中的变化规律一致;TP 的变化符合聚磷菌在厌氧环境下释放磷的规律,1h 后变化不大,说明释磷较充分;1 h 内 COD 含量在 $80\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 左右,这保证了反硝化菌对有机物的需求。综合上述因素,二次厌氧时间取 1 h。

2.4 在二次好氧阶段各污染物的转化规律

在一次厌氧、一次好氧、二次厌氧基础上连续进行二次好氧处理生活污水。处理结果见图 5。由图知,聚磷菌好氧吸磷在 1h 内基本完成,出水的 TP 可以控制在 $1.0\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 以下;COD 去除主要发生在 2 h 内,去除率达到 50%,此时 COD 在 $50\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 左

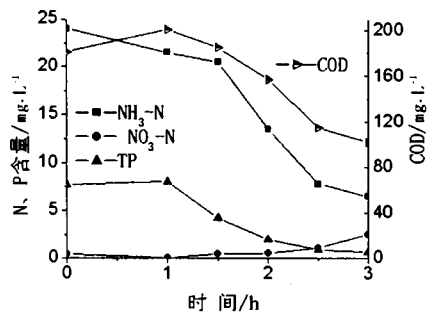


图5 二次厌氧生活污水中污染物的转化情况

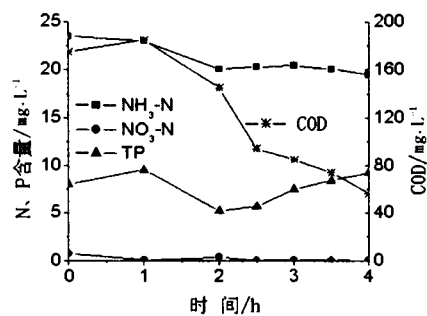


图4 二次好氧生活污水中污染物的转化情况

右,达到了国家排放标准;进水的 NH_3-N 通过硝化反应,在二次好氧2 h后,出水 NH_3-N 浓度降低至 10 mg/L ,低于国家排放标准;而出水中 NO_3-N 浓度增加不多,这与所选工艺过程及处理时间有关,故对消减水体中总氮有较大的帮助。为了保证硝化反应充分进行,二次好氧时间确定为3 h。

2.5 优化条件下的处理效果

在实验选定的优化条件下运行,即反应周期8 h,其中两次厌氧和一次好氧各1 h,二次好氧3 h,沉淀、排水及闲置共2 h。运行稳定期间改进SBR工艺的处理效果见表3。

表3 改进SBR工艺的处理效果

项目	进水/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	出水/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	去除率/%
COD	107~220	35~90	56~67
NH_3-N	11.6~30	0~9.5	68~100
NO_3-N	0~1.0	1.8~9.0	增加
TP	4.8~7.7	0.4~1.6	86~92

2.6 改进SBR法与传统SBR法处理效果的比较

表4中数据为处理后出水值,由表4可见,

两种方法在COD和 NH_3-N 的处理效果差不多,但在 NO_3-N 和TP处理效果上改进法要优于传统法,这与工序中增加了二次厌氧反硝化脱氮从而降低了水体的硝态氮有关,亦即降低了水体的总氮;同时也与聚磷菌在二次厌氧阶段充分释磷,在二次好氧阶段较好吸磷有关。

表4 改进SBR法与传统SBR法处理效果的比较

项目	改进SBR法/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	传统SBR法/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$
COD	35~90	30~90
NH_3-N	0~9.5	0~9
NO_3-N	1.8~9.0	8~15
TP	0.4~1.6	1.5~3.9

3 结论

(1) 改进SBR工艺处理生活污水,处理后出水COD、 NH_3-N 及 NO_3-N 、TP的浓度分别为 $35-90\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $0-9.5\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $1.8-9.0\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $0.4-1.1\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$,优于传统SBR法处理效果,达到了国家污水综合排放一级标准。

(2) 改进SBR工艺通过设置二次厌氧、好氧阶段,相应增加了反硝化、硝化和释磷、吸磷过程,使得 NO_3-N 和TP去除率高于传统的SBR工艺,强化了脱氮除磷的效果,对城市污水处理有一定的指导意义。通过试验研究,SBR反应的周期宜控制在8 h,其中两次厌氧和一次好氧各1 h,二次好氧3 h,沉淀、排水和闲置共2 h。

参考文献:

- [1] 于晓彩,单连彬,刘长风等. SBR法处理城市污水的脱氮除磷功能研究[J]. 沈阳化工学院学报,2003,17(2):99-101.
- [2] 张可方. SBR法处理城市污水除磷效果及规律研究[J]. 广州大学学报(自然科学版),2003,2(4):353-356.
- [3] 张小玲,李斌,杨永哲等. 低DO下的短程硝化及同步硝化反硝化[J]. 中国给水排水,2004,20(5):13-16.
- [4] 张景丽,李武. 用溶解氧控制SBR池反应时间的研究[J]. 工业安全与环保,2003,29(7):24-25.