

内循环 SBR 处理含染料废水的研究

文湘华, 王东海, 钱易 (SKL EPC, 清华大学环境科学与工程系, 北京 100084)

摘要: 研究开发了内循环 SBR (IL SBR) 新型反应器, 并对其处理含活性翠蓝染料 (RTB) 废水的效果, 营养物浓度、RTB 浓度、混合液停留时间等对污染物去除效果的影响, 反应器内微生物特性等进行了试验研究. 结果表明, 该反应器对有机物及染料的去除效果优于传统活性污泥法反应器; RTB 对微生物生长有限制作用; 营养物浓度存在最佳范围; 周期延长有利于污染物去除; IL SBR 反应器具有良好的优势微生物筛选及保持功能, 有利于难降解物质的去除.

关键词: 活性翠蓝; 内循环 SBR (IL SBR); 微生物; 废水处理

A preliminary study on an inner-loop SBR for dye containing wastewater treatment

WEN Xianghua, WANG Donghai, QIAN Yi (SKL WPC, Department of Environmental Science and Engineering, Tsinghua University, Beijing, 100084. E-mail: xhwen@tsinghua.edu.cn)

Abstract: A newly developed SBR, named inner-loop SBR (IL SBR), was studied to treat Reactive Turquoise Blue (RTB) containing waste water. It is concluded that this IL SBR has better organic and RTB removal efficiency than that of traditional biological system (TAS); RTB can inhibit the growth of microorganisms due to toxicity; there is an optimal nutrient concentration in regard to the pollutant removal efficiency; long hydraulic retention time is beneficial to pollutant especially RTB removal; IL SBR has a good ability to screen and maintain the dominate bacteria.

Keywords: Reactive Turquoise Blue (RTB); inner-loop SBR (IL SBR); microorganism; wastewater treatment

含染料工业废水的处理目前仍是困扰环境科学领域的难题. 一般说来, 印染废水中都含有大量的难于生物降解的物质, 如: 染料、表面活性剂、挥发性有机化合物、对苯二酸钠、己二醇等. 目前, 全世界使用的染料品种达数万种, 其中活性染料由于其色泽鲜艳, 色谱齐全, 正被越来越广泛地采用. 然而, 由于活性染料良好的亲水性和理化特性, 使其成为印染废水中难去除的染料之一^[1-4].

70 年代初期, R. L. Irvine 教授^[5]详细研究、定义和描述了 SBR 系统, 并将之用于实际污水处理厂的改造, 取得令人满意的效果. 继此之后, 日本、澳大利亚等国学者均开展了对 SBR 的研究. 随着研究的不断深入, 该工艺方法的机理和优越性逐渐被认识^[6-8]. 目前处理生活污水的 SBR 反应器, 已从普通 SBR 反应器发展到组合复杂的 SBR 反应器^[9]. 与之相比, SBR 在处理难降解有机物中的应用研究相对较晚^[10], 其研究水平和深度要低于生活污水的处理研究. 但由于 SBR 工艺的诸多优点如: 能灵活方便地实现缺氧、厌氧、好氧条件的任意组合, 时间上的推流提高了反应速率, 加上难降解有机物处理中水力停留时间较长更适合于间歇操作, 对间断废水和高浓度废水更为适应, 将其用于难降解有机物处理的研究越来越受到重视, 成为处

收稿日期: 2000-04-29; 修订日期: 2000-05-24

基金项目: 国家自然科学基金 (59878025) 资助

作者简介: 文湘华 (1960—), 女, 副教授 (博士) E-mail: xhwen@tsinghua.edu.cn

理难降解有机物极具潜力的工艺. 本研究以开发新型 SBR 反应器为目的,以印染废水为对象,研究了内循环 SBR(IL SBR)反应器系统处理含印染工业废水的特点,比较了其处理能力与传统反应器的差别,反应器内微生物的特征等,为反应器改进提供依据.

1 研究方法

1.1 试验装置

图 1 为内循环 SBR 反应器 (ISBR) 示意图. 反应器为有机玻璃反应柱,直径 0.1 m,高 0.5 m,进水后液面高 0.36 m,有效体积为 2.8 L. 为了提高反应器传质效率,在柱状有机玻璃反应器中增加内筒,内筒直径 0.05 m,高 0.22 m,使反应器在曝气反应阶段变成一个内循环 SBR 反应器. 同时,投加 250 g 密度 1.99 g/cm³、粒度 0.6—0.9 mm 的陶粒填料,为微生物的附着生长提供巨大的表面积,也有助于保证良好的混合和传质状态. 作为对照的传统活性污泥法反应器 (TAS) 为矩形有机玻璃池,反应区及沉淀区体积分别为 5 L 及 2 L.

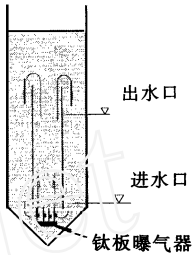


图 1 内循环 ISBR 示意图
Fig. 1 Experimental ISBR set-up

1.2 废水水质及接种污泥

选用染料活性翠蓝 (RTB) 作为难降解染料代表物质,工业葡萄糖、NH₄Cl、KH₂PO₄, 分别作为进水的碳源、氮源和磷源. 质量比为 100 5 1.

接种污泥取自清河毛纺厂废水处理车间的好氧接触氧化池的日常排泥. 将污泥用细筛筛滤,并采用间歇进水进行驯化,驯化 30 d 后,将接种污泥投加到反应器中. 两个反应器初始污泥浓度均为 3 g/L.

1.3 试验内容

两个反应器的进水水质保持一致. 试验分 4 个阶段,第 、 阶段仅运行 IL SBR 反应器,第 、 阶段 IL SBR 反应器及 TAS 反应器同时运行. 试验条件如表 1 所示. TAS 的水力停留时间 (HRT) 及操作方式根据 IL SBR 周期时间做相应调整.

表 1 SBR 系统运行条件
Table 1 SBR operational conditions

日期(阶段)	周期, h	进水葡萄糖浓度, g/L	进水 RTB 设定浓度, mg/L
1 月 24 日—3 月 4 日 ()	24	1	50
3 月 5 日—3 月 19 日 ()	12	0.25	100
3 月 20 日—4 月 14 日 ()	12	0.5	50
4 月 14 日—5 月 20 日 ()	24	0.5	50

12 h 周期时, TAS 曝气 9.3 h, 沉淀 2.7 h; 24 h 周期时, 曝气 18.7 h, 沉淀 5.3 h; 试验期间两个反应器均不排泥.

1.4 分析项目

化学需氧量 (COD) 采用标准法测定; 溶解氧 (DO) 采用 YSI-58 型溶解氧仪测定 (Yellow Springs Instrument Co., Inc., Ohio, U. S. A.); RTB 浓度采用紫外光度法测定 (UV-1200V, 日本岛津 SHIMADZU Co.).

2 结果与讨论

2.1 COD 去除效果

反应器出水 COD 浓度变化情况如图 2 所示. COD 平均去除效果如表 2 所示. 由图中数据可见进水 COD 浓度在运行的四个周期期间经历了较大变化, 但 IL SBR 出水 COD 浓度基本维

表 2 污染物平均去除率

Table 2 Averag removal rates of pollutant

	COD 去除率, %				RTB 去除率, %			
进水,mg/ L	1024.68	350.76	591.25	587.5	57.02	100.24	53.73	51.14
TAS	-	-	86.00	78.29	-	-	42.47	47.46
ILSBR	84.22	53.77	84.08	90.32	38.68	32.57	50.79	58.04

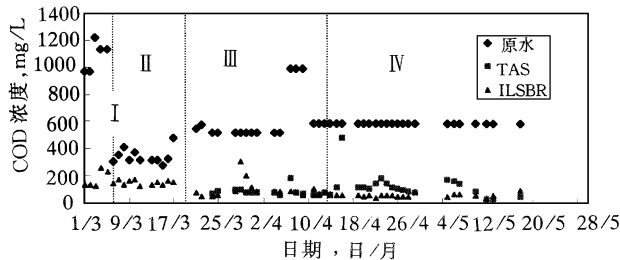


图 2 COD 历时变化曲线

Fig.2 Time dependent COD variations

图 3 为进水及反应器内 RTB 变化情况. 图中及表中数据表明,当进水 RTB 浓度升高时, IL SBR 出水中浓度也会同时升高(试验 阶段),说明 RTB 对反应器内生物活动有一定毒性和限制生长作用. 试验 , , 条件下,出水中 RTB 浓度相对稳定. TAS 出水中的 RTB 平均浓度高于 IL SBR,RTB 处理效率较低;第 阶段两个反应器对 RTB 的处理效率都好于第 阶段,说明周期为 24 h 可以进一步强化系统对 RTB 的降解去除.

2.3 影响污染物去除的因素

图 4 给出了 IL SBR 在不同控制条件下对污染物去除率的比较数据. 从图中可以看出葡萄糖浓度为 1 g/ L 时的污染物去除效果不及葡萄糖浓度为 0.5 g/ L 时的效果,说明营养物质浓度过高对污染物质去除并不利. RTB 浓度升高,污染物去除效率降低. 说明 RTB 对微生物生长有一定的毒性或抑制作用. 停留时间延长,污染物去除效率升高,进一步说明 RTB 对微生物生长有抑制作用,当停留时间延长时微生物适应能力提高,从而对污染物去除效率提高.

2.4 生物相比较

图 5 及图 6 分别为 TAS 及 IL SBR 中微生物的电镜图,可以看出 TAS 反应器中出现大量丝状菌、球菌与杆菌,数目相当. IL SBR 附着相微生物绝大部分为杆菌. 从 COD 及染料去除效果看,丝状菌、球菌与杆菌均有一定的污染物去除能力. IL SBR 附着相优势菌十分明显,说明此反应器有较强的菌种筛选及保持能力,有益于提高反应器去除染料的稳定性及效率.

持比较稳定. 说明反应器具有较强的适应进水有机物浓度变化的能力. 图 1 及表 2 数据还表明延长运行周期使 IL SBR 系统 COD 去除效率提高,高于 TAS 系统(周期). TAS 系统在停留时间延长时 COD 去除率有所下降,主要原因是时间延长时 TAS 反应器内的污泥沉淀性能变差.

2.2 RTB 去除效果

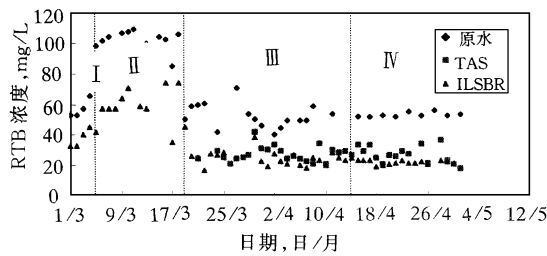


图 3 RTB 历时变化曲线

Fig.3 Time dependent RTB variations

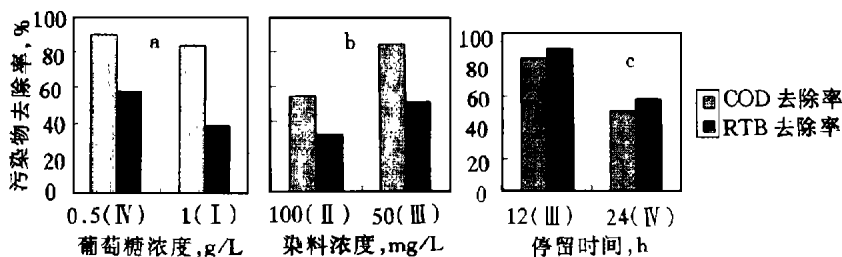


图4 影响污染物去除的因素

Fig. 4 Influence of some parameters on pollutant removal



图5 TAS生物相电镜图(×3000)

Fig. 5 EM photo of TAS



图6 ILSBR附着相生物电镜图(局部放大×2000)

Fig. 6 EM photo of ILSBR

3 结论

ILSBR 具有稳定的污染物去除能力,其去除 RTB 的能力高于 TAS 系统;ILSBR 系统具有较强的微生物筛选及保持能力,有利于优势菌的保持及污染物的去除;RTB 对微生物有一定的毒性及抑制作用,浓度高时其去除率下降;营养碳源浓度过高不利于污染物去除;停留时间延长有利于污染物尤其是 RTB 去除。

参考文献:

- [1] Park, Y K, Lee C H. Dyeing wastewater treatment by activated sludge process with a polyurethane fluidized bed biofilm [J]. Wat Sci Tech, 1996, 34(5-6): 193—200
- [2] Banat I M, Nigam P, Singh D, et al. Microbial decolorization of textile-dye-containing effluents: A Review [J]. Biosource Technology, 1996, 58: 217—227
- [3] 彭跃莲,等. 生物技术在印染和染料废水研究中的应用 [J]. 环境科学进展, 1997, 5(3): 56—64
- [4] 李家珍. 染料、染色工业废水处理 [M]. 北京: 化工出版社, 1997
- [5] Irvine R L, Wilderer P A, Flemming H C. Controlled unsteady-state processes and technologies: an overview [J]. Wat Sci Tech, 1997, 1: 1—40
- [6] 王彩霞. 城市污水处理新技术 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1990, 121—134
- [7] 肖大松. SBR 法处理城市生活污水的研究 [J]. 重庆环境科学, 1996, 18(4): 39—41
- [8] 彭永臻. SBR 法的五大优点 [J]. 中国给水排水, 1993, 9(2): 29—31
- [9] 桥本 奖. 新活性污泥法 [M]. 北京: 学术书刊出版社, 1990, 87—110
- [10] 王东海, 文湘华, 钱易. SBR 在难降解有机物处理中的研究与应用 [J]. 中国给水排水, 1999, 15(11): 29—32