



活性污泥法处理洗浴废水的中水工艺试验研究

孔秀琴, 何乐萍, 兰建伟, 朱青青

(兰州理工大学, 甘肃 兰州 730050)

摘要 洗浴废水属优质杂排水, 是中水处理的主要水源。本试验采用 SBR 法, 利用生活污水直接曝气产生活性污泥, 并对其培养驯化, 使其适应处理洗浴废水。试验证明经洗浴废水渐变比例驯化培养, 活性污泥微生物可很好地适应洗浴废水的水质, 微生物活性较高、表现活跃, 洗浴废水对活性污泥微生物的影响较小, 其出水 COD_{Cr} 去除率可达到 74.1%, 经过处理后的洗浴废水达到中水回用标准; 推出洗浴废水 SBR 活性污泥法中水处理工艺的最佳负荷为 $0.07 \sim 0.10 \text{ kg}/(\text{kg d})$, 该负荷可作为 SBR 法处理洗浴废水运行操作的参考依据。

关键词 洗浴废水; 中水; 活性污泥

中图分类号 X703.1 **文献标识码** A **文章编号** 1005-829X (2006) 09-0053-03

Regenerated water experimental research on treating bath wastewater by activated sludge method

Kong Xiuqin, He Leping, Lan Jianwei, Zhu Qingqing

(Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730050, China)

Abstract Bath wastewater which is a kind of superior drainage is primary water source of the treatment of regenerated water. SBR process is used in this experiment with the activated sludge that is produced by domestic sewage directly aerated and cultivated to make it to adapt to treat bath wastewater. The experiment proves that activated sludge microbes can well fit the bath wastewater quality and has higher activity and presents actively after cultivation and domestication with changed ratio bath wastewater, and bath wastewater has little impact on activated sludge microbes. And its treatment efficiency reaches 74.1%. Treated bath wastewater can meet regenerated water standard. And it is concluded that the best loading capacity of regenerated water process by using SBR process with activated sludge is $0.07 \text{ kg}/(\text{kg d})$ to $0.10 \text{ kg}/(\text{kg d})$ which can be a reference of the running of this process.

Key words: bath wastewater; regenerated water; activated sludge

中水的广泛使用, 可以减少生活供水量和其他用水的供水量, 节约宝贵的淡水资源, 缓解供水紧张的局面, 同时可以减少生活排水量, 减轻城市排水系统的负担和水环境的污染, 具有明显的社会效益、环境效益。兰州理工大学南区洗浴中心的年供水量为 10.5 万 t, 在全校建筑用水量中排名第二, 洗浴废水的排放量约为 8 万 t/a。洗浴废水属优质杂排水, 具有污染轻、水质稳定、处理过程相对简单的特点。经测算, 8 万 t/a 的中水可供 1570 m² 建筑面积的办公楼冲厕用水或满足校内绿化、冲洗道路、水景用水等。因此探讨针对洗浴废水的经济、高效的处理工艺显得尤为重要。因 SBR 工艺是一种成熟的废水生物处理工艺, 具有工艺简单、造价低、运行方式灵活、脱氮除磷效果好等特点^[1], 因此本试验主要探讨 SBR

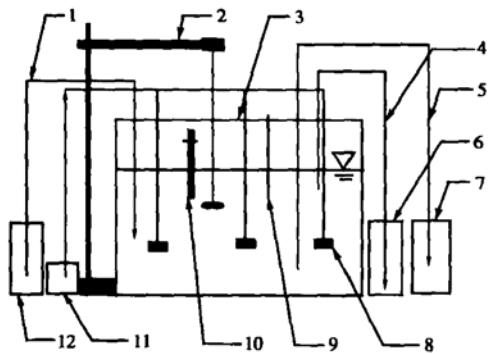
工艺处理洗浴废水的可行性及其效果, 并确定其运行条件。

1 试验方法及装置

本试验以 SBR 工艺为基础, 预先取学校附近小区居民生活污水 (COD_{Cr} 为 230~400 mg/L), 采用每天运行一个周期, 反应 20 h, 限制曝气、间歇换水的方式直接培养活性污泥, 经过约 30 d 培养, 最终使活性污泥处于稳定时期, 其中指示性微生物有钟虫、吸管虫及轮虫, 据此判定为净化效率高的污泥。此时各项指标为 SV_{30} 10%, MLSS 1027.5 mg/L, COD_{Cr} 去除率 65.3%, 针对生活污水的污泥 COD 负荷 $0.13 \text{ kg}/(\text{kg d})$ 。

活性污泥进入稳定运行后, 开始增加进水中所含洗浴废水的比例, 使活性污泥逐步适应水质的变

化并最终达到良好的处理效果。试验通过电脑显微分析系统观察活性污泥生物相^[2]在该过程中的变化,并通过测定 SV_{30} 、 COD_{Cr} 、 BOD_5 等水质指标^[3]及其去除率来确定活性污泥的运行状况与处理效果。试验装置示意图见图1。



1—进水管路;2—搅拌机;3—SBR反应池;4—出水管路;5—污泥管;6—出水桶;7—污泥桶;8—空气扩散器;9—温度计;10—加热器;11—曝气器;12—进水管

图1 试验装置

2 洗浴废水适应性驯化

2.1 适应性驯化的机理及方法

试验过程中测定,生活污水 COD_{Cr} 为230~400 mg/L,洗浴废水 COD_{Cr} 为90~150 mg/L。洗浴废水属于污染较轻的废水,进水由生活污水直接改为洗浴废水后,使得污泥 COD 负荷^[4]由0.13 kg/(kg·d)降低为0.03~0.05 kg/(kg·d),洗浴废水中有机营养没有纯生活污水丰富,活性污泥中微生物会因缺乏营养而较大程度地依靠捕食,破坏了微生物之间的食物链,或进行内源呼吸,一部分微生物死亡,活性

污泥增殖速率变慢^[5];其次,洗浴废水中表面活性剂和较高的水温等对微生物也有较大冲击。针对以上情况,洗浴废水不能直接加入SBR活性污泥系统,必须经历适应性驯化过程,利用微生物变异特性,使之逐步产生适应性酶,才能发挥降解作用。驯化方式采用渐变比例方式,即洗浴废水比例逐渐增大,生活污水的比例逐渐缩小。本次试验中,驯化初期先是加入洗浴废水与有机物含量比较丰富的生活污水的混合液,逐渐增加洗浴废水的比例,通过镜检观测微生物适应情况,在其适应一个阶段以后,将进水全部换为洗浴废水。

因洗浴废水取样时水温高且毛发等含量较高,在加入反应池前必须进行降温、过滤后再加入池中,洗浴废水的水温不得高于30℃。

2.2 适应性驯化过程中活性污泥生物相的变化

在适应性驯化过程中,活性污泥中生物相以及污泥状况的变化见表1。

表1 驯化过程中水质指标及活性污泥生物相的变化

驯化阶段	周期号	进水比例	进水 COD_{Cr} / (mg L ⁻¹)	出水 COD_{Cr} / (mg L ⁻¹)	COD_{Cr} 去除率 / %	活性污泥生物相
初期	1	2:1	320.2	88.5	72.3	培养初期活性污泥基本保持正常,见图2a
	2	1:1	264.6	84.0	68.2	
中期	3	1:2	197.4	72.1	63.5	培养中期活性污泥有所退化,菌胶团较松散,见图2b
	4	1:5	113.3	42.7	62.3	
后期	5		98.7	32.6	67.0	培养后期活性污泥恢复活性,菌胶团较紧密,见图2c
	6	100%洗浴废水	100.0	30.5	73.4	
	7		106.7	28.4	74.1	

注:温度16~19℃,pH 6.5~7.5 进水比例为生活污水与洗浴废水的体积比。

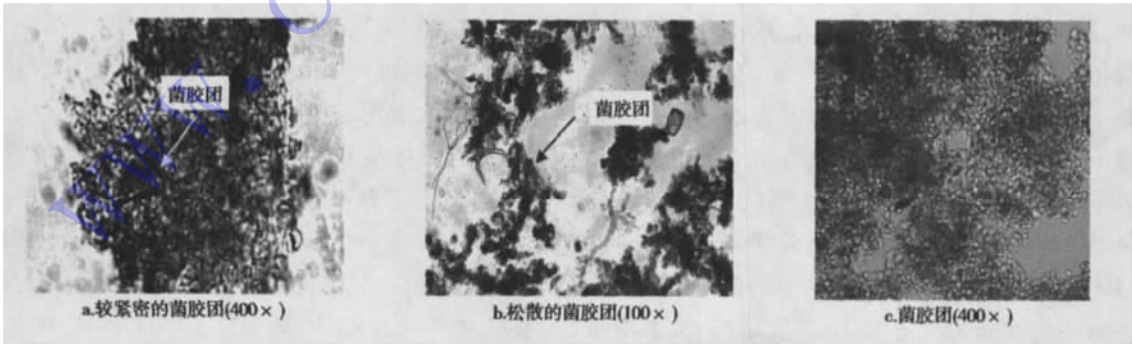


图2 驯化过程中活性污泥生物相中菌胶团的变化

表1表明,在适应性驯化后期,进水改为100%洗浴废水时,出水 COD_{Cr} 达到28.4 mg/L,去除率为74.1%,镜检优势微生物为钟虫、轮虫等活性污泥状况良好的指示生物,并出现较大的表观紧密的菌胶

团,此时可以确定活性污泥已初步适应洗浴废水。驯化过程中运行参数为一个周期24 h曝气时间为20 h 温度17~25℃,pH 6~8 DO 5~7 mg/L,污泥 COD 负荷0.03 kg/(kg·d)。



3 SBR处理洗浴废水最佳运行条件分析

活性污泥完全适应洗浴废水并稳定运行第 10 个周期后,取反应阶段不同时刻进行出水水质相关指标监测,并与中水指标进行比较。测定结果见表 2,中水指标见表 3。

表 2 洗浴废水降解过程试验数据

项目	温度 / ℃	pH	DO / (mg L ⁻¹)	COD _{Cr} / (mg L ⁻¹)	BOD ₅ / (mg L ⁻¹)	COD _{Cr} 去 除率 %	BOD ₅ 去 除率 %
进水	23	6.8	6.0	125.0	58.6	—	—
2 h	19	6.5	6.7	29.6	16.5	76.3	71.8
出水	4 h	21	7.0	18.2	12.5	85.4	78.7
6 h	20	6.4	6.6	10.7	9.8	91.4	83.3

注:洗浴废水进水取样时水温为 32℃,等降温后再加入池中,以上水温为降温后的水温。

表 3 中水水质标准^[6]

序号	项目	冲厕、道 路、清扫	消火栓、 施工	浇、洒、 绿化	洗车、扫 除、喷水景观
1	pH	6.5~9.0	6.5~9.0	6.5~9.0	6.5~9.0
2	BOD ₅ / (mg L ⁻¹)	15	15	30	10
3	COD _{Cr} / (mg L ⁻¹)	50	50	60	50

由表 2和表 3可知,应用 SBR处理洗浴废水,驯化并运行稳定时,曝气反应时间 6 h,出水 COD_{Cr} 为 10.7mg/L, BOD₅为 9.8mg/L,即可达到中水各用途的水质指标要求。以上降解过程监测分析可知,完全适应洗浴废水后, SBR活性污泥系统的去除速率较快。据此可设定 SBR系统的最经济的曝气反应时间为 6 h,因洗浴废水的对应水质一般为 COD_{Cr} 90~150mg/L,因此可推出 SBR处理洗浴废水的最佳污泥 COD 负荷为 0.07~0.10 kg / (kg d),和驯化过程中的污泥 COD 负荷 0.03 kg / (kg d) 相比,负荷提高,处理量增大,相对能耗即可降低。据此最佳负荷可进一步设计 SBR处理洗浴废水的运行条件,如曝

气反应时间,日周期数等。

4 结论

在 SBR系统中,适应生活污水的活性污泥经洗浴废水渐变比例驯化培养,活性污泥微生物可很好地适应洗浴废水的水质,微生物表现活跃,大量出现指示性微生物如钟虫、轮虫;活性污泥微生物对洗浴废水的 BOD₅、COD_{Cr}有较高的去除率,且去除速率快。运行稳定后,经反应阶段监测分析,应用 SBR法处理洗浴废水的经济反应时间为 6 h,其污泥 COD 负荷为 0.07~0.10 kg / (kg d)时,即可达到中水水质标准,该负荷可作为 SBR法处理洗浴废水运行操作的依据。

参考文献]

- [1]汪大猷,雷乐成.水处理新技术及工程设计 [M].北京:化学工业出版社,2002 85—90
- [2]周凤霞,白京生.环境微生物 [M].北京:化学工业出版社,2003 101—104
- [3]奚旦立.环境工程手册 (环境监测卷) [M].北京:高等教育出版社,1998 78—83
- [4]鞠宇平,张林生,余静.有机负荷和溶解氧的变化对 SBR污泥膨胀的影响及控制方法 [J].环境污染治理技术与设备,2003 3 (12): 21—24
- [5]李军,杨秀山,彭永臻.微生物与水处理工程 [M].北京:化学工业出版社,2002 48—52
- [6]GBJXX—2001.建筑中水设计规范 [S].
- [7]Hynninen P, Ingman L. Improved control makes activated sludge treatment more viable [J]. Pulp & Paper 1998 72 (11): 63—65
- [8]Anonymous. SBR treats BOD loads at double design capacity [J]. Chilton's Food Engineering 1997, 69 (6): 14—15

作者简介]孔秀琴 (1967—),1991年毕业于西安建筑科技大学,副教授,主要从事污水生物治理方面的教学和研究。电话:13909461449 E-mail kongxd@lutc.n

收稿日期]2006—02—12 (修改稿)