

两级浸没式生物膜中水系统分析

田刚, 张少凡, 吕蓓蓓(北京市环境保护科学研究院, 北京 100037, E-mail: tgiep@vip.163.com)

摘要: 通过改变进水有机负荷, 对两级串联浸没式生物膜污水处理装置的技术性能进行了研究. 其内容涉及到: 各级反应器的有机物去除分担率、过滤器的作用、单双级生物反应器比较等问题. 结果表明: 第一、二级反应器分别承担了溶解性有机物去除负荷的 76 % 和 24 %; 砂滤系统对前一级出水 COD 的去除率高达 42 %; 在相同有机负荷下, 相对单级反应器, 双级反应器不但有机物去除率高, 而且运行稳定.

关键词: 生物膜; 生物反应器; 污水处理

中图分类号: X799.3 文献标识码: A 文章编号: 0250-3301(2003)02-04-0130

Study on Two Stage Immersed Biological Film Wastewater Treatment Reactor

Tian Gang, Zhang Shaofan, Lü Beibei(Beijing Municipal Research Institute of Environment Protection Science, Beijing 100037, China E-mail: tgiep@vip.163.com)

Abstract: The two stage immersed biological film wastewater treatment reactor was studied in different organic loads. The organic removal efficiency of each stage, filter capability and technical contrast between one stage reactor and two stages reactor were discussed. The results showed that the distribution ratio of organic removal were 76 % and 24 % in first and second stage reactors respectively, COD removal efficiency was 42 % in sand filter unit, and the two stage reactor was more effective and reliable than one stage reactor in the same organic loads.

Keywords: biological film; biological reactor; wastewater treatment

浸没式生物膜系统是我国中水处理设施中常用的生物处理工艺单元^[1~4], 两级或多级串联是经常被采用的生物动力学模型^[1,2], 但是有关的工程化技术研究却较少. 本文通过实际中水处理装置的运行数据, 分析了由 2 个完全混合式反应器串连的两级生物膜反应系统的技术特点.

1 运行装置和实验方法

1.1 运行装置

装置安装在北京市环科院中水示范车间内, 为 4 套中水示范装置之一. 该套装置的原设计处理能力为 $0.7 \text{ m}^3/\text{h}$, 原水为单位附近居民小区的生活污水, 生产的中水用于绿化、冲厕等用途. 该处理装置工艺流程如图 1 所示, 原水经自动格栅去除较大颗粒的固形物后进入调节池, 由污水泵提升经毛发过滤器过滤后进入一级生物膜反应器, 通过管道进入二级生物膜反应器, 反应器出水经沉淀池沉淀后进入中间水池, 再经泵送入砂滤池后进入清水池, 经消毒后由

变频泵送入回用管网.

一、二级反应器的有效容积均为 2.4 m^3 , 内装中微孔曝气器和堆积丝生物膜填料; 选用竖流式沉淀池, 沉淀面积为 0.8 m^2 ; 过滤采用压力过滤, 滤速为 15 m/h .

1.2 试验方法

本试验以 COD 为参数, 考察处理装置对有机物的去除效果. 进入一级反应器的污水为原水, 从第一、二级反应器取出的混合水静止沉淀 1 h 后为各自的沉淀出水. 取砂滤器出水为二级过滤水, 一级过滤水的 COD 值是由一级沉淀 COD 减去二级沉淀与二级过滤之间 COD 的差值计算出来的, 不是实测值.

2 结果与分析

2.1 运行结果

基金项目: 北京市环保局资助项目

作者简介: 田刚(1954~), 男, 工学博士, 研究员, 主要研究方向为污水处理实用技术的开发和应用.

收稿日期: 2002-05-14; 修订日期: 2002-10-10

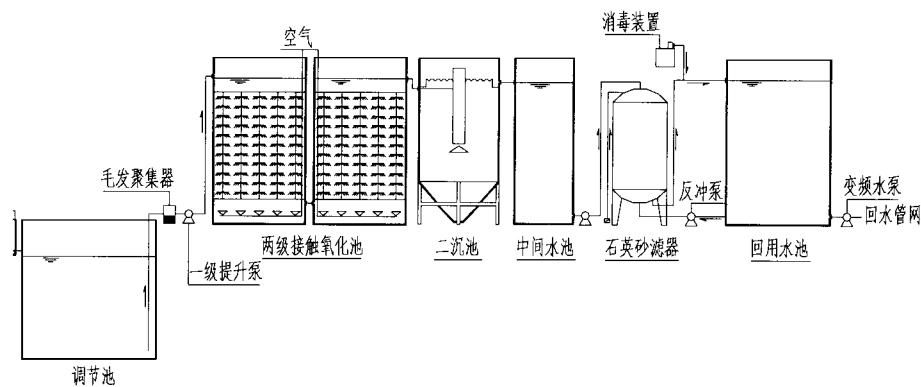


图 1 处理装置工艺流程图
Fig.1 Schematic diagram of disposal device

表 1 为按运行天数统计的运行结果,水温 明,当有机负荷(COD 负荷,下同)超过 1 kg/ 为 18℃~21℃.从表 1 的结果可知,试验过程中 (m³·d)时,出水的 COD 浓度就难以保证达到中 进水 COD 的最高、最低、平均浓度分别为 601 、 水回用标准,为了保证生产的需要,试验过程中 315~360 mg/L,浓度偏高且波动较大.试验表 最大的处理水量为 0.6 m³/h.

表 1 运行结果

Table 1 Operational result									
天数 / d	处理水量 / m ³ ·h ⁻¹	进水 COD / mg·L ⁻¹	COD 有机负荷 / kg·(m ³ ·d) ⁻¹	一级沉淀 COD / mg·L ⁻¹	一级过滤 COD / mg·L ⁻¹	一级过滤 COD 去除率/ %	二级沉淀 COD / mg·L ⁻¹	二级过滤 COD / mg·L ⁻¹	二级过滤 COD 去除率/ %
1	0.2	315	0.315	79	57	82	51	29	91
2	0.2	352	0.352	78	50	86	53	25	93
3	0.2	348	0.348	73	47	87	50	24	93
4	0.2	443	0.443	78	56	87	51	29	94
5	0.3	374	0.561	98	82	78	50	34	91
6	0.3	414	0.621	95	82	80	53	40	90
7	0.3	433	0.650	73	69	84	42	38	91
8	0.3	486	0.729	92	92	81	38	38	92
9	0.3	338	0.507	90	86	75	39	35	90
10	0.2	336	0.336	106	90	73	46	30	91
11	0.2	394	0.394	94	73	82	58	37	91
12	0.2	335	0.335	97	67	80	56	26	92
13	0.2	426	0.426	87	60	86	56	29	93
14	0.2	456	0.456	101	66	86	62	27	94
15	0.4	402	0.804	134	87	78	85	38	91
16	0.4	406	0.812	154	107	74	87	40	90
17	0.4	396	0.792	106	81	80	63	38	90
18	0.4	350	0.700	132	113	68	68	49	86
19	0.4	403	0.806	117	110	73	55	48	88
20	0.5	601	1.50	187	150	75	104	67	89
21	0.5	537	1.34	206	134	75	131	59	89
22	0.5	546	1.37	190	136	75	112	62	89
23	0.6	360	1.08	194	126	65	131	63	83
24	0.6	460	1.38	192	133	71	114	55	88
25	0.6	533	1.60	184	121	77	133	70	87
平均	0.34	418	0.75	121	91	78	72	42	90

2.2 一、二级反应器比较

表 1 表明,第一级反应器出水经沉淀、过滤后 COD 的平均去除率为 78 %,第二级反应器为 90 %。如果按原水中 SS 所表现的 COD 为总量的 40 %且去除率为 100 %计算,则二级过滤后溶解性 COD 的去除率为 80 %,也可以简单地计算出第一、二级反应器分别承担了溶解性有机物去除负荷的 76 %和 24 %。第一、二级反应器有机物去除分担率的差别主要是因各反应器所承担的有机负荷不同而造成的,显然在串联工艺中,第一级负荷较高,有机物去除分担率也较高。

图 2 为第一、二级反应器出水(除特殊说明外,均指过滤后出水) COD 去除率与进水有机负荷的关系。图 2 表明,第一、二级反应器出水 COD 的去除率均随着有机负荷的提高而降低,但二级反应器变化规律更加明显,说明二级反应器的出水更加稳定。图 3 为第一、二级反应器出水 COD 去除率与进水 COD 浓度的关系,可以看出, COD 去除率和浓度变化的关系不是很明显,同时也可以得出二级反应器出水较一级反应器出水稳定的结论。图 4 为第一级反应器出水 COD 去除率对总去除率的贡献比与有机负荷的关系,从本试验的结果可知,第一级反应器对有机物去除的贡献率随着有机负荷的提高而降低,但数据的分散性较大。

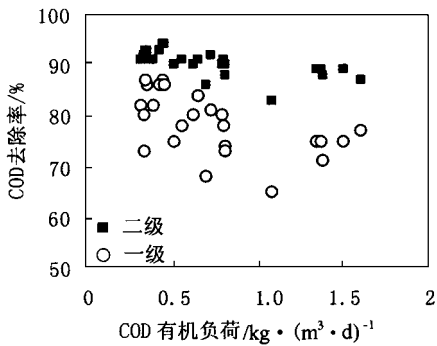


图 2 在不同 COD 有机负荷下一、二级反应器比较
Fig. 2 The compare of one stage reactor and two stages reactor at different COD organic loads

2.3 单、双级反应器比较

在本装置中,两级反应器的停留时间相等,因此可以将第一级反应器看成是一个有机负荷 2 倍于该双级串联反应器、独立的、完全混合式的单级反应系统。以有机负荷为横坐标、COD 去除率为纵坐标,对单(第一级)、双(串联系统)级反应系统进行比较,如图 5 所示。随着有机负荷的增加,单、双级反应器的有机物去除率均呈

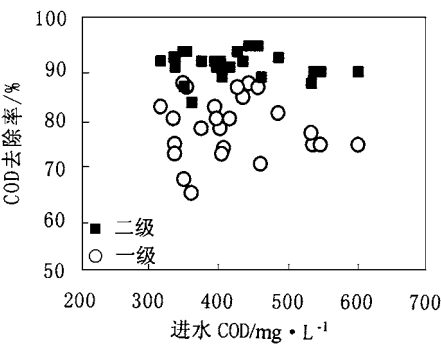


图 3 在不同进水 COD 浓度下一、二级反应器比较
Fig. 3 The compare of one stage reactor and two stages reactor at different COD concentration

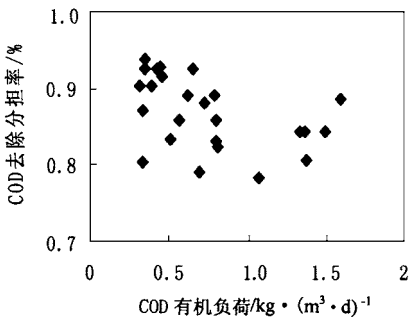


图 4 第一级反应器效果分析
Fig. 4 Effect analysis of first stage reactor

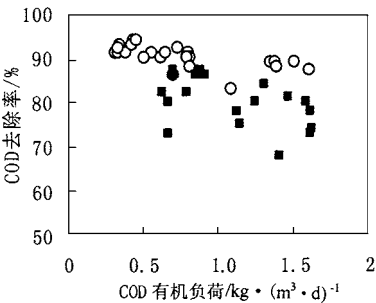


图 5 单、双级反应器比较
Fig. 5 The compare of single stage reactor and double stages reactor

现明显的递减趋势.在相同有机负荷条件下,双级生物反应器 COD 去除率明显高于单级反应器,说明双级反应器内的生物反应推动力大于单级反应器,其原因是单级反应器属于完全混合式反应器,所有微生物始终处于低浓度底物的条件下,而双级反应器中第一级反应器处于较高浓度反应条件下,因此双级反应器总的推动力大于单级反应器.从图 5 还可以看出,串联的双级反应器所得出的结果更有规律性,说明在相同有机负荷条件下,双级反应器较单级反应器运行更加稳定.

2.4 过滤效果分析

从表 1 数据可知,二级沉淀池、砂滤池出水 COD 的平均浓度分别为 72 mg/L 和 42 mg/L,即沉淀池出水所挟带 SS 所表现的 COD 平均浓度应大于 30 mg/L.数据表明,在本装置的运行中,砂滤对前一级出水 COD 的去除率高达 42%,对原水总 COD 也有 8.3%的去除率,作用较为显著.

图 6 是二级沉淀池及砂滤池出水 COD 浓度与有机负荷的关系,图 6 表明,沉淀池和砂滤池出水 COD 浓度均随有机负荷增加而增加,但砂滤池出水表现出更好的规律性,可见经过砂滤的出水更加稳定.这是因为在生物膜处理系统中,影响脱落生物膜沉淀性能的因素较复杂且难以控制.

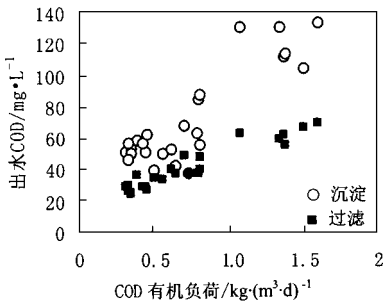


图 6 在不同 COD 有机负荷下过滤效果比较

Fig. 6 The comparison of filtration results at different COD organic loads

图 7 是二级沉淀池及砂滤池出水 COD 浓

度与进水 COD 浓度的关系,可以看出,沉淀池和砂滤池出水 COD 浓度均随进水浓度增加而增加,但数据的分散性较大,说明处理设施出水 COD 对进水 COD 浓度的敏感性低于有机负荷.

以上结果表明,在生物膜反应系统中,设置过滤单元可起到提高水质质量,稳定运行结果的作用.

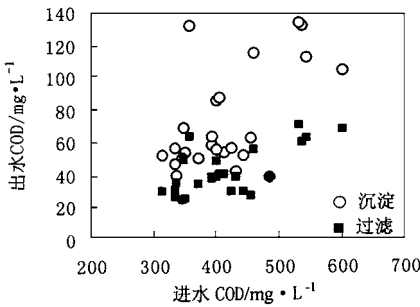


图 7 在不同进水浓度下过滤效果比较

Fig. 7 The comparison of filtration results at different COD concentration

3 结论

- (1)在两级生物膜反应系统中,第一级反应器去除有机物的分担率明显大于第二级.
- (2)有机负荷对有机物去除率的影响明显大于进水 COD 浓度.
- (3)在相同有机负荷条件下,相对单级生物膜反应器,双级反应器不仅有机物去除率高,而且运行稳定.
- (4)在生物膜反应系统中,设置过滤单元可起到提高水质质量,稳定运行结果的作用.

参考文献:

1 沈光范.中水道技术.北京:中国环境出版社,1992. 20 ~ 22,59 ~ 70,109 ~ 118 .
2 北京市环境保护科学研究院.跨世纪的环境保护科学研究.北京:中国环境科学出版社,2002.188 ~ 192 .
3 胡锋平.中水工程处理技术.华东交通大学学报,1999,16 (2):7 ~ 11 .
4 范懋功.浮动型生物载体在建筑中水处理系统中的应用.给水排水,1999,25(7):44 ~ 47 .