

普通快滤池改成生物滤池的试验研究

邹伟国¹, 江宏文², 沈裘昌¹, 李正明¹, 查人光³

(1. 上海市政工程设计研究院, 上海 200092; 2. 长江勘测规划设计研究院, 湖北 武汉 430010; 3. 浙江嘉兴自来水公司, 浙江 嘉兴 314000)

摘要: 将普通快滤池改为生物滤池的试验表明: 生物滤池在保证浊度去除的同时, 对有机物、氨氮等具有较好的处理效果, 不同滤料的处理效果有所不同; 滤池的生物作用受原水水质、温度、溶解氧、停留时间以及滤速等因素的影响。

关键词: 给水处理; 生物滤池; 普通快滤池

中图分类号: TU991.24 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2003)13-0098-03

1 试验装置及方法

以浙江嘉兴南厂水源作为研究对象, 进行了4组滤池平行试验(见表1)。滤柱直径为150 mm, 有效高度为4 m, 每根滤柱分别设有进水、溢流、出水、反冲洗进水、进气及排水装置, 在滤池前设有混凝沉淀池及臭氧接触池(臭氧接触池可根据试验需要进行曝气、预臭氧化或不曝气)。滤速为8~10 m/h, 滤料每天反冲洗一次, 采用先气冲、后水反冲方式。在试验过程中滤前不投氯, 采用未加氯水反冲洗。

表1 各生物滤池的滤料组成

编号	滤池滤料	滤料组成
E1	活性炭+砂	上层采用 $\phi 1.5$ mm 柱状活性炭, 厚为 1.0 m 下层采用 0.8~1.0 mm 石英砂, 厚为 0.4 m
E2	瓷粒+石英砂	上层采用 $\phi 1.5\sim 2$ mm 瓷粒滤料, 厚为 1.0 m, 下层采用 0.8~1.0 mm 石英砂, 厚为 0.4 m
E3	瓷粒	采用 $\phi 0.8\sim 1.5$ mm 瓷粒滤料, 厚为 1.4 m; 2~4 mm 砾石, 厚为 0.15 m
E4	石英砂	采用 0.8~1.0 mm 石英砂, 厚为 0.7 m

2 试验结果及分析

2.1 生物滤池的挂膜

试验采用自然挂膜, 从1998年10月23日开始全天运行, 挂膜期间原水平均温度在12~15之间, 原水中的氨氮 < 1 mg/L, 试验未进行预曝气, 经测定滤池对水中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除率逐渐增加, 在挂膜阶段后期对 $\text{NH}_3\text{-N}$ 有较好的去除效果, 至12月2日, 当进水中氨氮达1.3 mg/L时, 活性炭+砂、瓷粒+砂、瓷粒滤池出水中 $\text{NH}_3\text{-N}$ < 0.2 mg/L, 但

砂滤池出水氨氮为0.57 mg/L, 石英砂挂膜较慢, 且对氨氮的去除率相对较差, 但仍有一定的去除效果。

2.2 对 COD_{Mn} 的去除

不同时期对 COD_{Mn} 的去除效果见表2。

不同滤池对有机物的去除效果

在运行初期(1998年12月—1999年1月)不加臭氧, 各种滤料对 COD_{Mn} 的去除率明显不同, E1滤池去除率为31%, 其他生物滤池的 COD_{Mn} 去除率较低, 在5%~6%左右。

运行3个月后E1滤池去除率稳定在20%左右, 运行7个月后进行预臭氧化时, E1池出水对有机物的去除率达到32%, 超过了刚开始运行时的去除率, 这说明炭床中的好氧细菌不断发挥微生物的再生作用, 从而使有机物去除率明显提高。

由表1可见E1池对 COD_{Mn} 的去除效果最好, 其次是E3池, 砂滤池对水中的 COD_{Mn} 也有一定的去除效果, 但相对较差。

水温对不同滤料的影响

水温是影响生物处理的最重要因素, 提高温度有利于传质和微生物的代谢。试验期间最低水温为4, 最高水温为25。瓷粒(E3)滤池在水温为5~10、15~18、20~25, 相应停留时间为9、7、14 min时, 对 COD_{Mn} 的去除率分别为6%、12%、21%; 砂滤池在水温为5~10、15~18、20~25, 停留时间为7 min时, 对 COD_{Mn} 的去除率分别为6%、9.2%、15%; 活性炭+砂滤池在水温为5~10、15~

18、20~25 ,相应停留时间为 9、14、7 min 时,对 COD_{Mn} 的去除率分别为 19 %、27 %、24 %。可见砂滤池和瓷粒滤池随着水温的增加则对 COD_{Mn} 的去

除率明显提高,而活性炭滤池随着温度的升高去除效果提高不明显,原因可能是活性炭具有较好的生物生长条件,从而对温度的变化不如其他滤料敏感。

表 2 不同滤池对 COD_{Mn} 的去除效果

时间	温度 ()	原水 (mg/L)	混凝沉淀 (mg/L)	活性炭 + 砂		瓷粒 + 砂		瓷粒		石英砂		备注
				出水 (mg/L)	去除率 (%)							
1998年11月11日—12月2日	12~15	5.94	2.9	2	31	2.74	6	2.71	7	2.87	1	挂膜阶段,滤速为 8~10 m/h
1998年12月3日—12月31日	4~10	7.6	2.84	2.16	24	2.7	5	2.68	6	2.75	3	不曝气,滤速为 8~10 m/h
1999年1月1日—1月28日	4~10	6.57	2.99	2.39	20	2.83	5	2.88	4	2.86	4	不曝气,滤速为 8~10 m/h
1999年4月2日—4月12日	14~18	7.6	4.14	2.63	36	3.58	14	3.38	18	3.66	12	预臭氧,活性炭+砂滤速为 6 m/h,瓷粒滤速为 10~12 m/h,瓷粒+砂、砂滤池为 8~10 m/h
1999年4月20日—4月30日	18~20	7.62	4.56	2.54	44 (32)			3.11	32 (17)	3.18	30 (15)	预臭氧,活性炭+砂滤速为 6 m/h,瓷粒滤速为 10~12 m/h,瓷粒+砂、砂滤池为 8~10 m/h
1999年5月1日—5月6日	18~21	7.56	4.65	3.38	27			4.08	12	4.22	9	预曝气,活性炭+砂滤速为 6 m/h,瓷粒滤速为 10~12 m/h,砂滤池为 6~8 m/h
1999年5月7日—6月8日	21~25	6.88	4.18	3.16	24			3.29	21	3.74	11	预曝气,活性炭+砂滤速为 6 m/h,瓷粒滤速为 10~12 m/h,砂滤池为 6~8 m/h

注: 臭氧加入量为 5~6 mg/L,接触时间为 8~10 min; 括号中数据为相对于臭氧出水的去除率。

预臭氧的影响

1999年4月20日—4月30日间在沉淀出水中加入臭氧(投加量为 5~6 mg/L),接触时间为 8~10 min。结果表明:预臭氧对 COD_{Mn} 具有较好的降解作用,去除率达到 17.5 %,同时预臭氧还能促进滤池中的生物生长,活性炭+砂、瓷粒、石英砂相对于臭氧出水 COD_{Mn} 的去除率分别为 32 %、17 %、15 %,而不投加臭氧时对 COD_{Mn} 的去除率分别为 27 %、12 %、9.2 %,这说明臭氧除对有机物具有一定的氧化作用之外,还能提高生物滤池中的生物活性,使水中的有机物更易降解。

2.3 对氨氮的去除

试验期间对氨氮的去除情况见表 3。

由表 3 可知,生物滤池能对氨氮有较好的去除效果,但不同滤料滤池受温度、原水氨氮、溶解氧及滤料种类等较多因素的影响。

温度的影响

表 3 试验对氨氮的去除效果

时间	项目	原水	滤池进水	活性炭+砂	瓷粒+砂	瓷粒	石英砂
1998年12月1日—12月31日,温度为 7~10	平均氨氮 (mg/L)		1.05	0.25	0.3	0.2	0.61
	去除率 (%)			76	71	81	42
1999年1月1日—1月28日,温度为 4~9	平均氨氮 (mg/L)		1.47	0.71	0.54	0.43	1
	去除率 (%)			52	63	70	32
1999年4月2日—4月16日,温度为 12~17 *	平均氨氮 (mg/L)	3.06	2.6	0.84	0.64	0.25	0.85
	去除率 (%)		14	68	76		67
1999年5月10日—6月18日,温度为 20~25 *	平均氨氮 (mg/L)	1.36	1.16	0.02	0.020	0.025	0.022
	去除率 (%)		15	98	98	98	98

注: *进入滤池前进行预曝气,气水比为(0.7~1) 1。

温度对氨氮的去除有重要影响。在温度最低(4

~10)时,各滤池对氨氮的去除率在 30%~80% 之间。随着温度的升高则不同滤池对氨氮的去除率明显增加,在温度为 20~25 、原水氨氮 < 2 mg/L 并于进入滤池前预曝气的情况下,所有滤池对氨氮的去除率达 95% 以上,出水氨氮 < 0.5 mg/L (见图 1)。

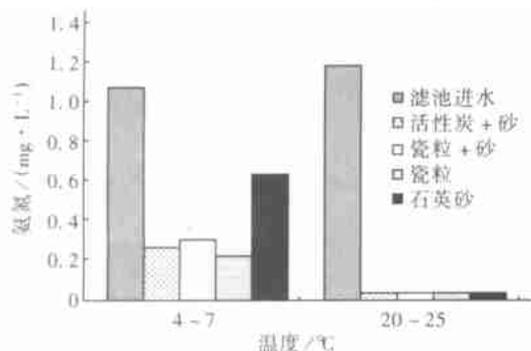


图 1 不同温度下不同滤料对氨氮的去除效果

在温度较低的情况下,不同滤料对氨氮的去除率相差较大,其中瓷粒滤池去除效果较好,活性炭滤池比瓷粒滤池略差,而石英砂滤池去除效果最差。

进水氨氮浓度

生物滤池去除氨氮还与原水中的氨氮浓度有关,在温度为 17~20 的情况下,生物滤池对氨氮的去除量为 2 mg/L,当进水中氨氮 > 2 mg/L 时,由于水中的溶解氧不足,在过滤时不能补充溶解氧的情况下,出水中的氨氮浓度将升高。

停留时间

在温度较高及溶解氧充足的情况下,停留时间对氨氮的去除基本上没有影响,如砂滤池在温度 > 15 、停留时间为 5~8 min、进水氨氮 < 2 mg/L 的情况下,对氨氮的去除率达 90% 以上,但在低温情况下,由于硝化效果差,故增加停留时间对去除氨氮有一定的促进作用。

2.4 对浊度的去除

生物滤池对浊度的去除效果与常规滤池基本一致。由试验可知,生物滤池的出水浊度能够控制在 0.5 NTU 以下,因此只要滤池滤料层选择参数得当,生物滤池不会影响滤池的出水浊度。

2.5 对亚硝酸盐的去除

试验结果见表 4。

从表 4 可知: 在滤料运行稳定、进水氨氮 < 2 mg/L、溶解氧浓度较高的情况下,氨氮氧化较完全,出水中的 $\text{NO}_2^- - \text{N}$ 均较低; 不同滤料对 $\text{NO}_2^- - \text{N}$

处理效果不同,活性炭+砂滤池出水 $\text{NO}_2^- - \text{N}$ 浓度较低,而砂滤池出水中 $\text{NO}_2^- - \text{N}$ 浓度相对较高,这说明滤料对出水有较大的影响。

表 4 不同滤池出水中 $\text{NO}_2^- - \text{N}$ 浓度 mg/L

项目	试验沉淀水	活性炭+砂滤池	砂滤池	原水氨氮
臭氧	0.191	0.07	0.298	2.87
曝气	0.169	0.08	0.341	3.86
不曝气	0.156	0.035	0.257	2.96
臭氧	0.221	0.028	0.001	2.63
臭氧	0.194	0.001	0.001	2.11
曝气	0.218	0.001	0.001	1.21

2.6 反冲洗对滤池的影响

试验中采用气水反冲洗,气冲洗流量为 20 L/(s·m²),冲洗时间为 1 min,水反冲洗强度为 14~15 L/(s·m²),冲洗时间为 5~6 min,每天冲洗一次。从反冲洗前及反冲洗后 1 h 取样结果看,对氨氮的去除效果相差不明显。

另外,在反冲洗中发现,在活性炭+砂滤池中由于活性炭密度较小,单气反冲洗会使之混层,但随后的单水反冲洗则容易使之分层,当水冲强度为 14~15 L/(s·m²) 时对分层较为明显。对于瓷粒+砂(E2)滤层,由于试验使用瓷粒滤料密度较大,在与活性炭+砂滤池相同的条件下,石英砂与瓷粒滤料混层严重,因此在试验后期采用单层瓷粒滤料。如需采用瓷粒+砂(E2)双层滤料,对于瓷粒的密度和粒径要有严格的控制。

3 结论

近 1 年的试验结果表明,改普通快滤池为生物滤池对有机物、氨氮、锰等污染物均具有较好的处理效果,适于处理微污染原水。

滤料介质对滤池的生物作用有重要影响,活性炭+砂双层滤料滤池处理效果最好,常规砂滤池也有一定的处理效果,但其挂膜及处理效果相对于其他滤料更容易受原水水质、温度、溶解氧、停留时间以及滤速等因素的影响。

滤池在进行生物作用的同时,仍能保证出水浊度的要求。

电话:(021) 65985848 x2303

E-mail: zouwg@sh163.net

收稿日期:2003-05-11