



生物接触氧化/气浮、生物滤池/沉淀处理地表水比较

魏宏斌¹, 王福龙¹, 贾志宇^{1,2}, 王瑟澜³, 杨芸³

(1. 同济大学 环境科学与工程学院, 上海 200092; 2. 上海申耀环保实业有限公司, 上海 200092; 3. 上海临港新城污水综合治理有限公司, 上海 200002)

摘要: 为筛选出合适的滴水湖补充水的处理工艺,开展了“生物接触氧化+气浮”(工艺1)和“生物滤池+沉淀”(工艺2)两种组合工艺处理地表源水的中试研究(规模为20 m³/h)。结果表明,生物接触氧化池对藻类、叶绿素a和氨氮的去除效果比生物滤池好,但二者对浊度、总磷、COD_{Mn}的去除效果相差不大;工艺1去除浊度、藻类、叶绿素a、总磷、氨氮和COD_{Mn}的效果较工艺2好,且对污染物的去除效果受混凝剂投加量的影响较小。

关键词: 地表源水预处理; 生物接触氧化; 气浮; 生物滤池; 斜管沉淀

中图分类号: TU991.2;X703.1 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2006)03-0048-03

Comparative Research on Treatment of Surface Water by Biological Contact Oxidation/Air Flotation and Biological Filter/Sedimentation Process

WEI Hong-bin¹, WANG Fu-long¹, JIA Zhi-yu^{1,2}, WANG Se-lan³, YANG Yun³

(1. School of Environmental Science and Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, China; 2. Shanghai Shenyao Environmental Protection Industry Co. Ltd., Shanghai 200092, China; 3. Shanghai Lingang City Wastewater Treatment Co. Ltd., Shanghai 200002, China)

Abstract: To select suitable supplementary water treatment process for Dishui Lake, pilot-scale test using biological contact oxidation/air flotation process and biological filter/inclined-tube sedimentation process with influx of 20 m³/h to treat surface water was carried out. The results show that the biological contact oxidation, whose efficiency in the removing of turbidity, TP and COD_{Mn} is similar to biological filter's, has advantage over biological filter in the removing of algae, chlorophyll-a and NH₃-N. Biological contact oxidation/air flotation process has advantage over biological filter/inclined-tube sedimentation process in the removing of turbidity, algae, chlorophyll-a, TP, NH₃-N and COD_{Mn}. In addition, the effect of flocculation agent dosage on the biological contact oxidation/air flotation process is relatively less.

Key words: pretreatment of surface water; biological contact oxidation; air flotation; biological filter; inclined-tube sedimentation

1 中试简介

1.1 工艺流程

中试分两个流程,流程1为生物接触氧化池+气浮,流程2为生物滤池+斜管沉淀池(见图1)。

两套流程的水处理量均为20 m³/h,进水取自滴水湖D港水,经提升后分别进入生物滤池和生物接触氧化池。通过自动加药系统向混凝反应池投加混凝剂,气浮池和沉淀池出水重力流入滴水湖。

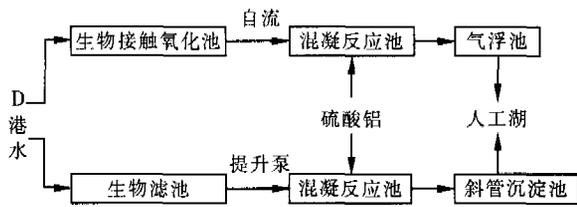


图1 试验流程

Fig. 1 Flow chart of treatment process

水处理设备为钢制,生物接触氧化池为2座并联,单座长×宽×高=3.74 m×1.50 m×3.50 m,采用穿孔曝气,池内投加同济大学上海申耀环保实业有限公司生产的 $\varnothing 100$ 悬浮生物载体。生物滤池为2座并联,单池高为3.42 m,半径为1.75 m,内置与生物接触氧化池相同的填料,其堆积高度为1.7 m。流程1中混凝反应池的长×宽×高=1.40 m×1.70 m×2.20 m,气浮池分离区的长×宽×高=2.20 m×1.70 m×2.20 m;流程2中混凝反应池的长×宽×高=1.4 m×1.4 m×3.0 m,斜管沉淀池的长×宽×高=5.6 m×2.1 m×3.0 m。

1.2 原水水质

试验期间的原水水质见表1。

表1 原水水质

Tab. 1 Raw water quality

指标	最小值	最大值	平均值
水温/ $^{\circ}\text{C}$	15.6	20.2	19
溶解氧/ $(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	4.2	7.0	6.0
pH	7.55	8.76	8.57
浊度/NTU	42	79	59
氨氮/ $(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	0.1	1.65	0.72
COD_{Mn} / $(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	11.78	17.83	15.53
叶绿素 a / $(\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1})$	105.79	218.80	157.11
总磷/ $(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	0.11	0.37	0.27
藻类/ $(10^4\text{个}\cdot\text{L}^{-1})$	3 960.36	12 414.50	7 541.81

1.3 运行工况

生物滤池和生物接触氧化池挂膜成熟后,在相同的进水条件下24 h不间断运行(具体运行参数见表2),并保持生物接触氧化池水力停留时间为75 min,生物滤池水力负荷为 $25\text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{d})$,气浮池表面负荷为 $6.0\text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$,溶气回流比为10%,溶气压力为0.32 MPa,沉淀池水力负荷为 $1.84\text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 。

表2 各工况下的运行参数

Tab. 2 Operation parameters under different conditions

工况	1	2	3	4	5
接触池气水比	1.4	1.2	1.0	0.6	0.8
混凝剂投量/ $(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	20	25	30	35	40

2 结果及分析

2.1 对浊度的去除效果比较

结果表明,单独的生物接触氧化或生物过滤对浊度的去除效果相差不大。在工况3和工况5下,生物接触氧化池对浊度的去除效果比生物滤池好;当生物接触氧化池的气水比 >1.2 (如工况1、2)时,对填料的冲刷过于剧烈,不利于浊度的去除,此时生物接触氧化池去除浊度的效果较生物滤池差。两者对浊度的去除都依靠填料的截留和吸附作用,而且生物滤池出水在其底部有一定的停留时间,使得杂质下沉,出水浊度得到进一步降低。正因如此,生物滤池底部易滋生虫类,使得出水易受到二次污染。

工艺1对浊度的去除效果比工艺2好,且浊度去除率均随混凝剂投量的增大而提高。不过气浮池对浊度的去除效果受混凝剂投量的影响相对较小,对其去除率保持在80%~90%,而沉淀池对浊度的去除率为58.79%~80.54%,变化幅度较大。

2.2 对藻类和叶绿素a的去除效果比较

两种工艺对藻类和叶绿素a的去除情况分别见图2和图3。

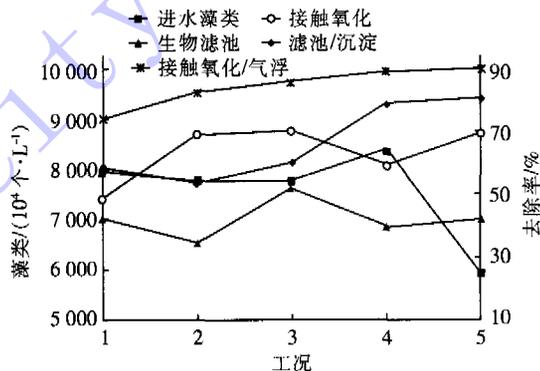


图2 对藻类的去除效果对比

Fig. 2 Algal removal efficiency of different process

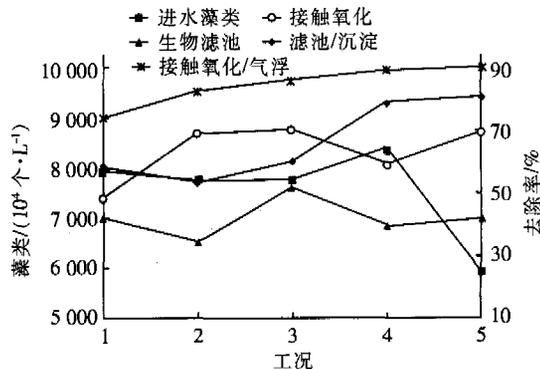


图3 两种工艺对叶绿素a的去除效果对比

Fig. 3 Chlorophyll-a removal efficiency of different treatment process



可见,生物接触氧化池对藻类和叶绿素 a 的去除效果比生物滤池好,在气水比为 1.2、1.0、0.8 时最明显,生物接触氧化池在这三个工况下对藻类和叶绿素 a 的平均去除率分别为 69.51%、28.92%,皆为生物滤池相应去除率的 1.5 倍左右。一般认为生物处理除藻主要依赖于以下作用:生物膜的吸附、微生物的氧化分解,原生动物等的捕食作用,脱落生物膜对藻类的生物絮凝、沉淀作用。笔者认为,当生物接触氧化池的气水比合适时,能促进藻类与填料上生物膜的接触,加强了对藻类的吸附和氧化,而这些条件生物滤池都不具备。

工艺 1、2 对藻类的去除率分别为 73.62% ~ 89.71%、57.87% ~ 80.45%,对叶绿素 a 的去除率分别为 58.75% ~ 68.53%、38.75% ~ 57.57%,可见前者的去除效果更好。推究其原因,这主要是由气浮池和沉淀池的去除效果差异引起的。

2.3 对总磷的去除效果比较

结果表明,单独的生物接触氧化池或生物滤池对总磷的去除效果相差不大且较稳定,但去除率都较低;气水比对生物接触氧化池去除总磷的效果影响很小。两组合工艺对总磷的去除效果分别依靠气浮池和沉淀池的化学混凝作用,气浮池在每个工况下对总磷的去除率均比沉淀池高 10% 左右,使得“生物接触氧化 + 气浮”对总磷的去除效果比“生物滤池 + 沉淀”好。

2.4 对 COD_{Mn} 的去除效果比较

由于原水遭到生活污水污染, COD_{Mn} 平均浓度将近 16 mg/L,单纯的生物接触氧化池对 COD_{Mn} 的平均去除率仅为 9.07%,“生物接触氧化 + 气浮”对 COD_{Mn} 的平均去除率为 17.98%;单纯的生物滤池对 COD_{Mn} 的平均去除率仅为 5.92%，“生物滤池 + 沉淀”对 COD_{Mn} 的平均去除率为 13.30%。

不同工况下生物接触氧化池对 COD_{Mn} 的去除率变化不大,说明在所选气水比范围内,气水比不是去除 COD_{Mn} 的限制性因素。生物接触氧化池和生物滤池在工况 4 时都出现了去除率下降的现象,这是由温度下降引起的,但经过短时间的适应,进入工况 5 后去除效果得以恢复。

2.5 对氨氮的去除效果比较

总体来讲,生物接触氧化池对氨氮的去除率比生物滤池高,前者可达 55.75%,后者为 38.47%,但

波动都较大,这可能是由于进水氨氮浓度不稳定所致,同时也致使生物接触氧化池对氨氮的去除率随气水比变化的规律性不明显。此外,进水氨氮浓度小,能提供生物膜的氮源少,不利于菌群的生长繁殖,在一定程度上限制了生物滤池和生物接触氧化池对氨氮的去除。研究结果表明,生物接触氧化池后继气浮池对氨氮的平均去除率为 11.29%,生物滤池后继沉淀池对氨氮的平均去除率为 13.76%;“生物接触氧化 + 气浮”和“生物滤池 + 沉淀”对氨氮去除率的变化趋势分别与生物接触氧化池及生物滤池的相似,说明混凝剂投量对气浮池和沉淀池去除氨氮的影响较小。

3 结论

① 在生物接触氧化池的水力停留时间为 75 min、气水比为 0.8 ~ 1.2,生物滤池的水力负荷为 25 m³/(m²·d)时,生物接触氧化池对藻类、叶绿素 a 的平均去除率分别为 69.51%、28.92%,皆为生物滤池相应去除率的 1.5 倍左右。

② 生物接触氧化池与生物滤池对浊度、总磷、COD_{Mn} 的去除效果相差不大。

③ 生物接触氧化池和生物滤池对氨氮的去除率分别可达 55.75%、38.47%,但均波动较大。

④ 生物接触氧化池后继气浮池对氨氮的平均去除率为 11.29%,生物滤池后继沉淀池对氨氮的平均去除率为 13.76%,且两者对氨氮的去除效果受混凝剂投量的影响非常小。

⑤ 总体而言,“生物接触氧化 + 气浮”对浊度、藻类、叶绿素 a、总磷、氨氮和 COD_{Mn} 去除效果比“生物滤池 + 沉淀”好。气浮池除污效果稳定,且其去除效果受混凝剂投量的影响比沉淀池小。

参考文献:

- [1] Terauchi N. Studies on a biological filter for musty odor removal in drinking water treatment processes [J]. Wat Sci Tech, 1995, 31(11): 229 ~ 235.
- [2] 季民, 吴昌敏, 贾霞珍, 等. 生物接触氧化法对引滦水中藻类的去除 [J]. 中国给水排水, 2003, 19(8): 56 - 58.