

V型纤维滤池在污水深度处理中的运行特性

王洪波, 张克峰, 张见魁, 王丽娜
(山东建筑大学 市政与环境工程学院, 山东 济南 250101)

摘要: 以济南市水质净化二厂的二沉池出水为原水,进行了V型纤维滤池深度处理污水的试验研究。在不同的滤速下,以出水浊度为控制指标,确定了最佳过滤周期为23 h。在过滤周期内,研究了纤维滤池对悬浮物和COD的去除效果,同时考察了其截污能力和反冲洗特点。结果表明,V型纤维滤池对悬浮物的去除效果良好,去除率在62%以上,出水SS < 3 mg/L;而对溶解性有机物的去除效果不理想,对COD的去除率在5%~33%之间。此外,V型纤维滤池在一个过滤周期内的截污量为12.5 kg/m³,反冲洗耗水量仅为过滤水量的3%,能反洗出90%的截污量。

关键词: V型纤维滤池; 滤速; 反冲洗; 浊度

中图分类号: X703 文献标识码: A 文章编号: 1000-4602(2011)07-0015-03

Operation Characteristics of V-fiber Filter in Advanced Wastewater Treatment Process

WANG Hong-bo, ZHANG Ke-feng, ZHANG Jian-kui, WANG Li-na
(School of Municipal and Environmental Engineering, Shandong Jianzhu University, Jinan 250101, China)

Abstract: The performance of V-fiber filter in advanced wastewater treatment was studied using secondary sedimentation tank effluent in Jinan Second Wastewater Purification Plant. The optimum filtration cycle of 23 h was determined using effluent turbidity as control target at different filtration rates. The removal effects of SS and COD in the fiber filter were studied in the filtration cycle, and the pollutant retention capacity and backwash characteristics of the filter were investigated. The results show that V-fiber filter has a better removal efficiency of SS, its removal rate is above 62%, and the effluent SS is less than 3 mg/L; however, the removal of COD is not efficient, and its removal rate is in a range of 5% to 33%. Furthermore, the pollutant retention capacity of V-fiber filter is 12.5 kg/m³ in a filtration cycle, the backwash water consumption is only 3% of the filtration water volume, and 90% of pollutant retention capacity can be backwashed.

Key words: V-fiber filter; filtration rate; backwashing; turbidity

与均质石英砂滤池相比,纤维滤池具有过滤效率高、截污容量大、占地面积小等特点^[1]。但纤维滤池,特别是V型纤维滤池多用于给水处理,在污水处理中的应用研究很少。本试验采用的V型纤维

滤池是将纤维束滤池和V型滤池相结合,它既具有V型滤池配水效果好的特点,又具备了纤维滤池高效的特点。笔者考察了V型纤维滤池在污水深度处理中的运行特性和优化的运行参数,旨在为其

在污水处理中的应用提供设计依据。

1 试验装置和方法

1.1 V 型纤维滤池

试验在济南市水质净化二厂进行,试验装置如图 1 所示,滤池的主体固定在一个不锈钢架子上。过滤器采用有机玻璃制成,以便于观察过滤过程中积泥的形成、滤层的压缩和反冲洗时纤维束的运动情况。

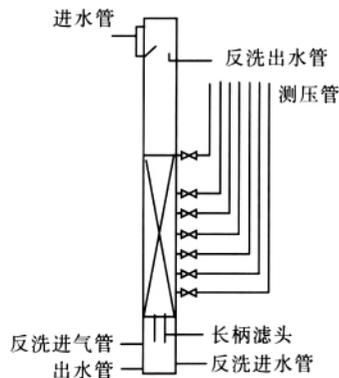


图 1 V 型纤维滤池示意

Fig. 1 Schematic diagram of V-fiber filter

装置的设计流量为 $0.3 \text{ m}^3/\text{h}$,设计滤速为 20 m/h 。采用气水联合反冲洗,相关参数如表 1 所示。滤池的断面尺寸为 $150 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$ 。

表 1 反冲洗参数

Tab. 1 Backwashing parameters

项目	气洗强度/ ($\text{L} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$)	水洗强度/ ($\text{L} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$)	表面扫洗强度/ ($\text{L} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$)	历时/ min
水洗		10	2	4
气水联合反洗	40	10	2	14
水洗		10		2

进水系统包括进水阀、配水渠、V 型槽。原水先进入配水渠,然后通过三个直径为 10 mm 的小孔进入 V 型槽,最后进入试验装置。V 型槽底部开三个直径为 6 mm 的小孔用作反冲洗过程中表面扫洗水的进水口。配水渠长为 100 mm 、宽为 50 mm 、深为 150 mm ; V 型槽采用有机玻璃制成,倾角为 45° ,壁厚为 7 mm 。

过滤系统包括活动孔板、滤层、固定滤板、长柄滤头、配水室。活动孔板采用厚度为 3 mm 的有机玻璃板,上面均匀开 35 个直径为 10 mm 的小孔用于均匀配水。活动孔板可以上下移动,进水时通过重力作用使活动孔板向下移动,以压实纤维滤料,提

高出水水质。反冲洗时通过水流作用向上移动,使纤维滤料变得疏松,提高反洗效果。纤维滤层厚度为 800 mm ,滤层上面水深为 0.5 m ,上端固定在活动孔板上,下端固定在厚度为 30 mm 的固定滤板上。固定滤板上安装两个 QS 型长柄滤头,滤头长为 150 mm ;滤帽缝隙总条数为 24 条,材质为 ABS 工程塑料。长柄滤头的主要作用:过滤时滤后水通过长柄滤头进入配水室;反冲洗时均匀分配反洗水和空气进入滤层。配水室高度为 300 mm ,主要作用:滤后水进入配水室通过出水管排出;反洗水和空气进入配水室后通过长柄滤头进入滤层进行反洗。

反冲洗系统包括进水管、进气管、长柄滤头、排水渠。表面扫洗水通过 V 型槽底部开孔均匀分配表面扫洗水,孔口中心线比排水渠堰顶高 12 mm ,能提高扫洗效果^[2]。反冲洗流程是先水洗再气水联合反冲洗最后再水洗。第一次水洗是通过滤池内液面缓慢上升将滤层拉伸,使滤层变得疏松,并洗去部分杂物;气水联合反冲洗是利用空气的流动使滤料剧烈抖动,杂质和污泥脱落后随水流排出;第二次水洗是将残留在滤层中的空气排出,提高过滤水与滤料的接触面积。长柄滤头通过滤帽的作用使水和空气均匀进入滤层。

1.2 试验方法

原水为该厂的二沉池出水,其水质稳定:浊度为 $2.2 \sim 5 \text{ NTU}$, $\text{SS} \leq 16 \text{ mg/L}$, $\text{COD} \leq 25 \text{ mg/L}$ 。当出水浊度 $> 1 \text{ NTU}$ 时进行反冲洗。

试验以浊度为主要考察指标,辅以氨氮、耗氧量等常规指标。浊度采用 YZD-A 型浊度仪测定,氨氮采用纳氏试剂分光光度法测定,SS 和 COD 采用国家标准方法测定。

2 V 型纤维滤池的运行特性

2.1 最佳滤速的确定

采用四种不同的滤速 (10 、 20 、 30 、 40 m/h) 进行研究,当 V 型纤维滤池出水浊度达到 1 NTU 时即认为一个周期结束。结果表明,滤速和进水浊度对出水浊度的影响不大,而滤速对过滤周期的影响较大,即滤速越高则过滤周期越短。说明在较高的滤速下,截留的污染物较快充满滤层孔隙,使过滤周期缩短。随着过滤的进行,滤层的压缩程度逐渐增大,形成上大下小的多层滤料结构,这就保证了 V 型纤维滤池具有较好的出水水质,并有效延长了过滤周期。在滤速为 10 、 20 、 30 、 40 m/h 的条件下,过滤周期分

别为 47、23、15 和 12 h 综合考虑产水量和反冲洗频率,选定后续试验的滤速为 20 m/h。

2.2 对 SS、COD 的去除效果

当滤速为 20 m/h 时,在有效过滤周期内,出水 SS 浓度不受进水 SS 浓度波动的影响,出水 SS 始终在 3 mg/L 以下(见图 2)。当滤池运行时间超过 23 h 后,出水 SS 浓度明显升高,说明滤料的截污能力开始下降,一个过滤周期结束。V 型纤维滤池在有效过滤周期内的截污量为 12.5 kg/m³,远高于纤维球、石英砂、胶囊挤压式纤维束滤料的纳污量^[3]。

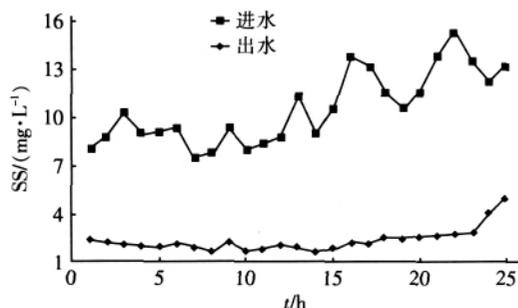


图 2 出水 SS 浓度随过滤时间的变化

Fig. 2 Variations of SS with filtration time

V 型纤维滤池对 COD 的平均去除率为 19%,其中,对不溶性有机物(SCOD)具有较好的去除效果(见图 3),平均去除率高达 70%,而对溶解性有机物(DCOD)的平均去除率为 15.5%。由于二级出水中的溶解性有机物占总 COD 的比例在 90% 以上,因而对 COD 的去除率不高。

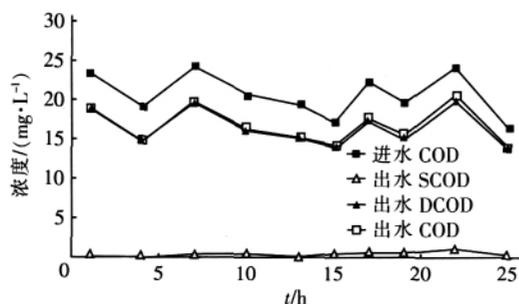


图 3 对 COD 的去除特性

Fig. 3 Variations of COD with filtration time

2.3 反冲洗特性

反冲洗是滤池长期稳定运行一个必不可少的环节,良好的反冲洗效果是保证过滤效果的重要条件。研究采用气水联合反冲洗方式,反冲洗历时为 20 min。结果表明,反冲洗的耗水量占过滤水量的 3%,能洗出一个过滤周期 90% 的截污量,反冲洗效

果明显。

2.4 初滤水

V 型纤维滤池在进行下一周期过滤时,整个滤层的孔隙中充满了反冲洗的残留水。因此在新的过滤周期开始阶段必须先置换滤床内的反冲洗水,此时的滤后水称为初滤水。图 4 为不同滤速条件下初滤水浊度随运行时间的变化。

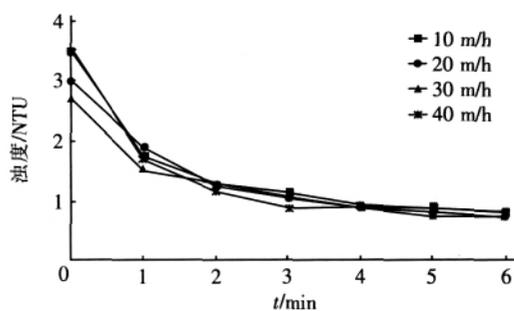


图 4 不同滤速下初滤水浊度随时间的变化

Fig. 4 Variations of turbidity of initially filtered water at different filtration velocities

由图 4 可见,在不同滤速下,初滤水浊度在初始 1 min 内均下降较快,4 min 后降至 1 NTU 以下,随后浊度趋于平稳。相比于石英砂滤柱的需要很长时间初滤水浊度才能降至 3 NTU 以下的情况,V 型纤维滤池具有反冲时间短、反冲效果好的优点。

3 结论

V 型纤维滤池用于污水深度处理具有截污能力强、耐冲击负荷的特点,在不投加药剂的情况下,对悬浮物具有很高的去除效果。采用气水联合反冲洗时耗水量低,能迅速恢复滤料的截污能力,保证了 V 型纤维滤池的长期稳定运行。

参考文献:

- [1] 张万友, 郝丽娟, 陈雪梅, 等. 几种纤维过滤器的工作原理及特性[J]. 中国给水排水, 2003, 19(6): 23-25.
- [2] 何家明. V 型滤池的设计与施工[J]. 中国给水排水, 2005, 21(1): 96-97.
- [3] 周飞, 王世和, 赵欢, 等. 长纤维高速过滤器的适应性与稳定性[J]. 东南大学学报: 自然科学版, 2005, 35(4): 611-614.

作者简介:王洪波(1966-),男,内蒙古赤峰人,博士,副教授,研究方向为水污染控制及固体废物的生物处理理论与技术。

E-mail: wanghb661228@yahoo.com.cn

收稿日期:2010-09-30