论述与研究

水解酸化/悬浮滤料 BAF一体化装置处理生活污水

张大群[1], 姜亦增[1,2], 林荣忱[3]

(1. 天津水工业工程设备有限公司, 天津 300070; 2. 天津汇通环保发展有限公司, 天津 300350; 3. 天津大学 环境科学与工程学院, 天津 300072)

摘 要: 水解酸化/悬浮滤料曝气生物滤池,是将水解酸化与曝气生物滤池结合为一体的新型污水处理工艺。在滤速为 37.7 m/d、水力停留时间为 3.98 h、进水 pH平均值为 7.69、平均水温为 18.1 ℃的条件下,考察了该工艺对城镇污水的处理效果。试验结果表明,当 BOD_5容积负荷为 2.14 kg/(m^3·d)、NH_3-N容积负荷为 0.38 kg/(m^3·d)、反冲洗周期为 3 d、反冲洗强度为 39.3 m^3/(m^2·h)时,该工艺具有良好的除碳脱氮性能,对 COD、BOD_5、NH_3-N、SS、TN、TP的平均去除率分别可达 90.1%、96.0%、90.1%、92.8%、38.4%、75.5%。此外,该工艺还具有结构简单、占地面积小、运行稳定、出水水质好、管理简便的特点,适合于居住小区等小水量的生活污水处理工程。

关键词: 生活污水; 水解酸化; 悬浮滤料; 曝气生物滤池; 一体化工艺

中图分类号: X703 文献标识码: A 文章编号: 1000-4602(2010)05-0001-03

Combined Process of Hydrolysis Acidification and Biological Aerated Filter with Suspended Carrier for Wastewater Treatment

ZHANG Da-qun[1], JIANG Yi-zeng[1,2], LIN Rong-chen[3]

(*1. Tianjin Water Industry Engineering and Equipment Co. Ltd., Tianjin 300070, China; 2. Tianjin Huitong Environmental Protection Development Co. Ltd., Tianjin 300350, China; 3. School of Environmental Science and Technology, Tianjin University, Tianjin 300072, China*)

Abstract: Hydrolysis acidification is combined with BAF with suspended carrier to create a new wastewater treatment process. When the filtering speed is 37.7 m/d, HRT is 3.98 h, the influent pH is 7.69 and the influent temperature is 18.1 ℃, the treatment efficiency of municipal wastewater by the process was investigated. The results show that the process has good carbon and nitrogen removal efficiency, when BOD_5 volume load is 2.14 kg/(m^3·d), NH_3-N volume load is 0.38 kg/(m^3·d), backwash cycle is 3 days, and backwash intensity is 39.3 m^3/(m^2·h). The removal rates of COD, BOD_5, NH_3-N, SS, TN and TP are 90.1%, 96.0%, 90.1%, 92.8%, 38.4% and 75.5% respectively. The process has many advantages, such as simple structure, small land occupation, stable operation, good effluent quality and easy management. It can be used in small-scale sewage treatment projects for residential areas.

Key words: domestic sewage; hydrolysis acidification; suspended carrier; biological aerated filter; combined process

水解酸化/悬浮滤料曝气生物滤池工艺集传统的沉砂池、水解酸化池、曝气生物滤池于一体,将构

筑物以竖向的方式进行布置,与普通曝气生物滤池相比,具有结构简单、占地面积小等优点。笔者采用该工艺处理生活污水,考察了其除污效果。

1 试验材料与方法

1.1 原水水质

水解酸化/悬浮滤料曝气生物滤池处理生活污水的中试在天津市某污水处理厂进行,原水取自曝气沉砂池的出水,其水质见表 1。

表 1 原水水质

Tab.1 Quality of raw wastewater mg·L^{-1}

项目	COD	BOD_5	NH_3-N	SS	TN	TP
范围	492~1 642	170~810	44.7~75.4	162~348	91.65~212.76	7.72~20.23

1.2 试验装置及滤料

水解酸化/悬浮滤料曝气生物滤池中试装置如图 1所示,总高度为 7.1 m,直径为 900 mm,有效容积为 4 m^3。主要由沉砂区、水解酸化区、好氧区组成。沉砂区高为 0.75 m,有效容积为 0.2 m^3;水解酸化区内为厌氧活性污泥,该区高为 2.8 m,有效容积为 1.8 m^3;好氧区为悬浮滤料区,高为 3.2 m,有效容积为 2.0 m^3,好氧区顶端设有筛板,以防止滤料流失。装置采用上向流,流量由阀门控制;采用旋流式喷嘴沿切线配水,使污水中的砂砾沉积到沉砂区底部;沉砂后的污水经过水解酸化区、好氧区后由滤头出水。除主体设备外,还设有反冲洗水泵(该泵又兼作水解酸化污泥进泥泵)、反冲洗水解酸化污泥储泥箱、清水箱等附属装置,主要用于装置的反冲洗。

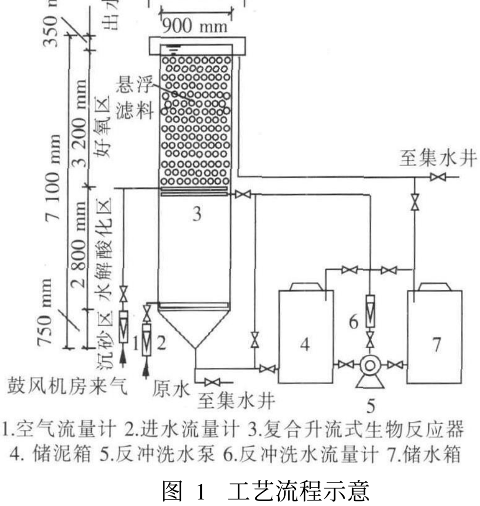

图 1 工艺流程示意

Fig.1 Flow chart of combined process

聚苯乙烯悬浮滤料的粒径为 4~6 mm,孔隙率为 50%,堆积密度为 30 kg/m^3,它具有比表面积大、截污能力强、机械和物化性能好、价格低等特点。水解酸化/悬浮滤料曝气生物滤池采用穿孔管曝气,穿孔布气管设在滤料层的下面,空气与水同向流动,由于滤料的切割作用,大气泡被分割成小气泡,大大地提高了对氧的利用率。

1.3 分析项目及方法

COD、BOD_5、NH_3-N、SS、TN、TP等采用国家标准方法[1]测定;DO采用 HACH溶解氧仪测定;pH采用酸度计测定;水温在现场采用温度计测量。

2 结果与讨论

2.1 启动与运行

中试时间为 2008年 1月 7日—12月 19日,分为启动及运行两个阶段。

2.1.1 装置的启动

水解酸化污泥及好氧生物膜的培养、驯化均采用接种法。水解酸化接种污泥取自污水处理厂的污泥消化池,采用一次性投加的方法接种 1.5 m^3。好氧区的接种污泥取自污水处理厂曝气池的回流污泥,先在进水量为 9.6 m^3/d,曝气量为 2.4 m^3/h,接种污泥投量为 75 L/d的方式下连续运行 14 d,然后调整进水量为 13.2 m^3/d,曝气量为 3.3 m^3/h,再连续运行 14 d。经过 28 d的培养、驯化,对 COD、BOD_5、NH_3-N、TP、SS的去除率均达到了 80%左右,遂认为水解酸化污泥及好氧生物膜的培养、驯化成功。

2.1.2 装置的运行

运行分为调整及稳定运行 2个阶段。第 1阶段的进水量设定为 14.4 m^3/d,曝气量为 3.6 m^3/h,滤速为 22.6 m/d,每天上午定时取样,测定相关指标并对数据进行统计分析。依据对第 1阶段的统计分析结果经多次调整后,确定了第 2阶段的运行参数:进水量为 24 m^3/d,曝气量为 6.0 m^3/h,滤速为 37.7 m/d,水力停留时间为 3.98 h,并稳定运行了 128 d。在第 2阶段,装置对 COD、BOD_5、NH_3-N、SS、TN、TP的去除效果如表 2所示。

由表 2可知,在滤速为 37.7 m/d、BOD_5容积负荷为 2.14 kg/(m^3·d)、NH_3-N容积负荷为 0.38 kg/(m^3·d)、反冲洗周期为 3 d、反冲洗强度为 39.3 m^3/(m^2·h)、水力停留时间为 3.98 h、平均水温为 18.1 ℃的条件下,水解酸化/悬浮滤料曝气生物滤

池出水的 COD、BOD_5、NH_3-N、SS、TP、TN 均达到了《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)的二级标准; 同时 NH_3-N、BOD_5 还达到了《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920—2002)的要求; 对 COD、BOD_5、NH_3-N、SS、TN、TP 的平均去除率分别可达 90. 1%、96. 0%、90. 1%、92. 8%、38. 4%、75. 5%, 说明该工艺对有机物和氨氮具有较好的去除效果。

表 2　稳定运行阶段的除污效果

Tab 2　Pollutant removal effect in stable running stage

项　目		COD	BOD_5	NH_3-N	SS	TN	TP
进水 /(mg·L^{-1})		876	340 9	60 7	288	139 9	12 03
水解酸化区	出水 /(mg·L^{-1})	457	141 7	50 5	163	99 0	7 56
	去除率 /%	43 9	53 3	17 6	43 6	25 6	34 8
	容积负荷 /(kg·m^{-3}·d^{-1})	12 2	4 77	0 85	4 03	1. 96	0 17
好氧区	出水 /(mg·L^{-1})	81	13 1	6 0	20	81 1	2 67
	去除率 /%	81 4	90 2	87 1	86 9	17 2	61 3
	容积负荷 /(kg·m^{-3}·d^{-1})	5. 75	1. 78	0 95	3 08	1. 25	0 10
总去除率 /%		90 1	96 0	90 1	92 8	38 4	75 5
总容积负荷 /(kg·m^{-3}·d^{-1})		5. 51	2 14	0 38	1 81	0. 93	0 08

2.2　反冲洗

随着运行时间的延长, 好氧区滤料上附着的生物膜由于增殖而逐渐变厚, 同时滤层截留的悬浮物也不断增多, 水头损失逐渐增大, 当水头损失达到或接近临界值时, 将会出现颗粒物穿透滤层、出水水质变差的情况, 此时应立即停止运行并进行反冲洗[2]。

水解酸化/悬浮滤料曝气生物滤池内部设置了用于反冲洗的旋流式喷嘴进行切线配水, 其切线喷水形成的旋流能高效地去除滤层中截留的悬浮物和老化脱落的生物膜, 使生物膜恢复活性。当滤层的水头损失达到 19. 6 kPa(一般运行 3~4 d)时进行反冲洗, 反冲洗强度为 39. 3 m^3/(m^2·h)。

水解酸化/悬浮滤料曝气生物滤池的反冲洗过程分 6个步骤, 用时约 45 min, 包括: ①排泥, 即将水解酸化区的活性污泥排至水解酸化储泥箱; ②第一次排水, 打开池底部的排放阀, 使池内的悬浮滤料随水位下降而下降, 直至悬浮滤料层上表面降到池中部的反冲洗配水装置处; ③第一次反冲洗, 开启反冲洗泵对悬浮滤料层进行冲洗, 控制反冲洗强度为 39. 3 m^3/(m^2·h), 随着反冲洗的进行, 池内水位逐步升高, 悬浮滤料层也逐步上升, 悬浮滤料层自上而下缓慢通过反冲洗布水装置从而达到分层冲洗的效果; ④第二次排水和第二次反冲洗, 方法同第一次排水及第一次反冲洗; ⑤回泥, 开启进泥泵, 将水解酸化储泥箱中的活性污泥抽至水解酸化区, 进泥流量为 10. 8 m^3/h, 控制上升流速 < 18 m/h, 以避免上升流速过大而使活性污泥进入悬浮滤料层, 影响反冲洗后的出水水质。

水解酸化/悬浮滤料曝气生物滤池采用其出水进行反冲洗, 和同类设备相比, 不需设置气冲的鼓风设备, 简化了反冲洗的过程。

3　结论

① 利用水解酸化/悬浮滤料曝气生物滤池处理城镇污水, 出水水质可达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)的二级标准, NH_3-N、BOD_5 则达到了《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920—2002)的标准, 能够实现有机物的降解和氨氮的硝化, 可用于城镇污水的处理。

② 水解酸化/悬浮滤料曝气生物滤池具有结构简单、占地面积小、投资省、能耗低、运行稳定、出水水质好等特点。

③ 水解酸化/悬浮滤料曝气生物滤池采用其出水进行反冲洗, 简化了反冲洗的过程, 不需设置气冲的鼓风设备, 且反冲洗效果好。

参考文献:

[1] 国家环境保护总局. 水和废水监测分析方法(第 4版)[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2002.

[2] 郑俊, 吴浩汀. 曝气生物滤池工艺的理论与工程应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004.

作者简介: 张大群 (1943-), 男, 天津人, 本科, 教授级高级工程师, 从事水处理技术与设备开发研究。

电话: 15102265819

E-mail: jiangyizeng@yahoo.com

收稿日期: 2009-11-05