

文章编号:1674-2869(2008)04-0058-04

## 卷烟厂废水处理工程研究

胡丽君<sup>1</sup>, 魏丰伟<sup>2</sup>, 孙家寿<sup>3</sup>, 王进<sup>3</sup>, 陈茂荣<sup>3</sup>

(1. 武汉格林环源净化工程公司, 湖北 武汉 430013; 2. 武汉卷烟厂, 湖北 武汉 430040;  
3. 武汉工程大学环境与城市建设学院, 湖北 武汉 430074)

**摘 要:** 武汉卷烟厂采用序批式活性污泥法(SBR)结合增氧器 CWJ-10 处理卷烟综合废水, 经过 3 年的运行实践表明, 工艺运行稳定可靠, 在进水 COD 为 300~1 000 mg/L, SS 为 100~500 mg/L, BOD<sub>5</sub> 为 100~500 mg/L, NH<sub>3</sub>-N 为 10~20 mg/L, TP 为 1.0 mg/L 时, 出水 COD<70 mg/L, BOD<sub>5</sub><20 mg/L, SS<30 mg/L, NH<sub>3</sub>-N<5 mg/L, TP<0.5 mg/L, 完全实现达标排放。

**关键词:** 卷烟厂废水; 废水处理; 生物氧化

中图分类号: X505

文献标识码: A

### 0 引言

武汉烟草(集团)有限公司是国家烟草专卖局确定的三十四家重点卷烟生产企业之一, 年产量上百亿元。根据国家建设项目“三同时”的要求, 为适应行业发展规划及企业的可持续发展, 武汉卷烟厂于 2005 年投资 500 万元建成处理规模为 3 000 t/d 的污水处理厂, 经过两年多的运行实践, 笔者对污水处理工艺及设施的运行情况进行了研究和分析, 旨在对武汉卷烟厂技改项目中新建的

污水处理厂的建设起到积极的指导作用。

### 1 污水水量及水质

武汉卷烟厂的生活污水和生产污水混合排入该厂管网, 最终进入接纳水体龙阳湖, 全年排水量约 70 余万吨。武汉卷烟厂的废水组成为: 生活废水约占 30%, 工艺性废水约占 60%, 生产配套(印刷瓦楞车间等)高浓度废水约占 10%。笔者对该厂的排污口进行现场勘测采样, 采取的污水样均匀混合后进行分析测试, 结果如表 1 所示。

表 1 排放污水水质及处理后出水水质要求

Table 1 Quality wastewater and standard of discharge water 单位: 除 pH 外均为 mg/L

	COD <sub>Cr</sub>	BOD <sub>5</sub>	pH	NH <sub>3</sub> -N	SS	TP	大肠菌群数/个·L <sup>-1</sup>
污水水质	369.0~400.64	124.0~130.1	6.10~6.31	11.21~17.64	134.0~235.6	0.677~0.830	10 000~100 000
排放标准	100	20	6~9	15	70	0.5	1 000

根据新建污水处理站处理后水质需达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)中一级排放标准, 将其标准值一并列入表中。生产工艺中排放少量高浓度的污水, 占污水总量的 10%~15%。其中配料车间、糖料车间排放的污水 COD 值达 5 000 mg/L, 瓦楞车间排放的污水不仅色度高、含有粘胶剂, 染料等污染物, 而且 COD 值达 9 000 mg/L。

### 2 污水处理工艺设计

根据污水处理后达标排放及结合武汉卷烟厂综合污水特点, 以技术先进适用、工程经济合理、维护管理便捷为原则, 采用高效可靠、全自动运行管理的处理工艺流程及设备对该厂污水处理工艺设计。污水处理规模设计为: 3 000 m<sup>3</sup>/d; 平均时流量: Q<sub>equ</sub>=125 m<sup>3</sup>/h; 污水排放规律: 24 h/d。工程

设计范围为: 污水处理系统中工艺设计(处理站前 1 m 到处理站后 1 m)、土建结构设计、站内管网设计、电控设计、定型设备的配套、选型与处理设施的制作, 安装调试并为企业培训操作管理人员, 最终为交钥匙工程。

#### 2.1 处理工艺的选择

从武汉卷烟厂排放的污水水质分析, 污水的 BOD<sub>5</sub>/COD<sub>Cr</sub>=0.5, 生化性良好, 采用生化法进行处理此类污水是最经济、最有效的方法。国内生活污水处理采用的生化法最主要工艺为<sup>[1~4]</sup>: SBR 工艺、接触氧化法、氧化沟法等。SBR 工艺因污水处理运行的进水、搅拌反应、曝气、沉淀、排水、待机均在一个反应池内完成, 它具有占地面积小、处理效率高、投资少等优点, 并且整套工艺为自动控制, 系统安全可靠, 运行管理方便, 能确保污水处

收稿日期: 2008-05-05

作者简介: 胡丽君(1963-)女, 湖北武汉市人, 工程师, 研究方向: 污水处理。

理达标排放。因此,我们选择了序列间歇式活性污泥法(SBR)工艺,其处理原则流程如图1所示。处理工艺中,SBR活性污泥池中的污泥由管道进入到污泥浓缩池中进行泥水分离,分离后的污水进入调节池,而污泥浓缩池中的污泥经污泥干化设备处理后,定期清运。

## 2.2 处理工艺参数的选取

2.2.1 格栅井 采用型号为HG 10、功率为1.1 kW的自动回转式格栅机,格栅间隙为10 mm。过流采用0.6 m/s;结构尺寸: $L \times B \times H = 6.0 \text{ m} \times 1.0 \text{ m} \times 3.0 \text{ m}$ 。

2.2.2 调节池 主要进行水质水量均匀调节,保证生化系统水质、水量稳定。调节池按水力停留时间  $HRT = 4 \text{ h}$  设计。调节池边设旁通管,以备检修时用,  $V = 480 \text{ m}^3$ ; 结构尺寸:  $L \times B \times H = 8.0 \text{ m} \times 20.0 \text{ m} \times 4.5 \text{ m}$ 。主要设备为潜污泵,型号为AS75-4CB、功率为7.5 kW。潜水搅拌机,型号为QB4/6-400/3-980、功率为2.2 kW。

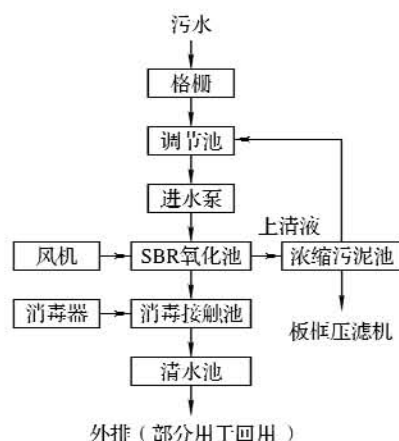


图1 SBR处理工艺原则流程

Fig. 1 Flow chart on treatment process of SBR for the wastewater

2.2.3 SBR氧化池 污水处理的主要设施,在该设施中通过鼓风曝气,使微生物将污水中的有机物进行氧化分解,污水得到净化。设计参数: $BOD_5$ -SS负荷  $0.25 \text{ kg/kg} \cdot \text{d}$ ,混合液悬浮固体(MLSS)质量浓度  $2000 \text{ mg/L}$ 。外形尺寸:  $L \times B \times H = 6.0 \text{ m} \times 15.5 \text{ m} \times 5.0 \text{ m}$ 。主要设备为曝气器,型号:D125;曝气机,型号为SS135,功率为15 kW;滗水器,型号为PS-300,功率0.37 kW。

2.2.4 氧化消毒池 本工艺属终端处理,保证出水水质大肠菌群数达标。污水消毒接触时间1 h 外形尺寸:  $L \times B \times H = 6.5 \text{ m} \times 18.5 \text{ m} \times 3.5 \text{ m}$ 。主要设备:二氧化氯消毒器,型号为DYF 1500。

## 2.3 各单元预处理效果

各单元设施预处理效果如表2所示。以主要

污水处理指标  $COD_{Cr}$ 、 $BOD_5$ 、SS 为例说明。

表2 各单元设施预处理效果

Table 2 Treatment test results of wastewater treatment for unitary processing equipment

	$COD_{Cr}$		$BOD_5$		SS	
	指标 / $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	去除率 /%	指标 / $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	去除率 /%	指标 / $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	去除率 /%
格栅调节池	400	10	200	10	150	20
SBR氧化池	360	85	190	85	120	50
消毒池	54	10	28.5	20	60	10
出水	48	—	20	—	54	—

## 2.4 工艺设计特点

本工艺设计的特点一是SBR反应器集厌氧和好氧两类特征各异的微生物于一体,生物化学反应推动力大,脱氮除磷效果显著。污水处理过程在空间上时间上是按序排列,间歇进行的,当污水连续排放时,SBR系统由多个反应器组成,污水连续按序进入每个反应器,它们运行时的相对关系是有次序的,也是间歇的。一般一个运行周期包括进水-反应-沉淀-排水-再生5个连续的阶段。二是主要建构筑物竖向布置尽量利用高位差,重力自流,减少水力提升设备,降低运行能耗。平面布置以工艺次序依次排列,使污水流畅,并尽量缩短工艺管道。三是占地面积小,污水处理设施虽占地面积1513  $\text{m}^2$ ,但仅有480  $\text{m}^2$ 在地表面,其余处理设施设计在地下,处理设施上面设计为绿化用地。本设计工艺可为企业扩大近千平方米的绿化面积。

## 3 污水处理设施运行效果

根据上述水处理工艺设计的武汉卷烟厂污水处理设施经试运转后,武汉市环境监测中心站于2006年5月22~24日连续3天对其试运转进行了竣工监测,每天测试5次,其日均值如表3所示。表3数据表明,经处理后出水的SS、 $COD$ 、 $BOD_5$ 、 $NH_3-N$ 、TP、动植物油、挥发酚的去除率分别为(%):58.46,90.33,91.76,99.54,74.32,86.46,90.00。所测项目达到并优于《污水综合排放标准》(GB8978-1996)中一级排放标准,说明笔者设计的水处理工艺和设施适用于武汉卷烟厂的污水处理。去除率 =  $\{(\text{进口最大值} - \text{出口均值}) / \text{进口最大值}\} \%$ 。

水处理工艺和设施经过一年的连续运转,武汉市汉阳区环境监测站于2007年3月12~14日连续3天对其试运转效果进行了监测,每天测试5次,其日均值如表4所示。表4数据表明,所测项目均达到并优于《污水综合排放标准》(GB8978-

1996) 中一级排放标准。

表 3 水处理设施竣工监测结果

Table 3 Parameter analysis list of wastewater treatment for processing equipment

监测时间	pH	SS	COD	BOD <sub>5</sub>	NH <sub>3</sub> -N	TP	动植物油	挥发酚
2006.5.22	进口 6.12~6.31	235.8	400.6	127.9	17.61	0.830	3.81	0.030
	出口 6.10~6.22	54.6	34.0	9.78	0.078	0.241	1.209	0.004
2006.5.23	进口 7.11~7.24	189.0	380.7	124.4	14.30	0.729	7.431	0.008
	出口 7.10~7.48	46.5	38.5	11.42	0.063	0.226	1.042	0.002
2006.5.24	进口 6.09~6.21	134.0	369.8	130.1	11.2	0.677	1.623	0.009
	出口 6.20~6.30	37.4	38.8	10.33	0.065	0.169	0.766	0.003
三日均值	出口 6.09~7.24	46.2	37.1	10.5	0.069	0.212	1.006	0.003
标准值	6.0~9.0	70	100	20	15	0.5	10	0.5

注:单位除 pH 外均为 mg/L。

污水经处理消毒后可以直排龙阳湖或回用,以达到既节省资金又节约水资源的目的。企业现已将最终处理水的 1/4 回用,每年可节水约近 20 万吨,节约费用 40 万元。

表 4 水处理工艺和设施经过一年的连续运转监测结果

Table 4 Parameter analysis list of wastewater treatment for processing equipment

监测时间	pH	SS	COD	BOD <sub>5</sub>	NH <sub>3</sub> -N	TP	动植物油	挥发酚
2007.3.12	出口 6.78~7.25	37.0	66.5	17.5	1.60	0.424	1.40	0.017
2007.3.13	出口 7.38~7.47	39.0	55.8	20.6	1.35	0.300	1.06	0.018
2007.3.14	出口 7.10~7.45	36.0	66.6	18.7	0.89	0.252	0.87	0.015
三日均值	出口 7.05~7.39	37.3	62.97	18.9	2.95	0.325	1.11	0.017
标准值	6.0~9.0	70	100	20	15	0.5	10	0.5

注:单位除 pH 外均为 mg/L。

## 4 出现的问题及解决途径

### 4.1 问题

在运营过程中发现:武汉卷烟厂的废水与一般性工业废水有很大差异,受烟草行业生产工艺及相关产品的影响,高浓度有机废水中有害成分(如配料车间含有的香精、防腐剂等,瓦楞车间的粘胶剂,染料等)对微生物有较为明显的抑制作用,因此生物菌种需在较特殊的环境中才能生长繁殖。另则,水处理污泥进入干化池后呈胶溶状,这种胶状物进入板框压滤机后无法进行泥、水分离,致使它长期积压于干化池中而导致氧化池不能按工艺要求定期排出剩余污泥。结果氧化池中剩余污泥携带泥水中的有效菌种上浮至水面并导

致其死亡,使污泥得不到较好的收集处理。

### 4.2 解决方法

生化法治理污水的关键在于摸索和掌握生化反应过程中微生物的生长条件。针对武汉卷烟厂废水的特殊性和运营过程中出现的问题进行了适当的工艺改革和污泥性能的试验研究。

4.2.1 营造生物菌种适宜的生存条件 武汉卷烟厂排放的废水中,有占污水总量 10%~15% 间歇式排放的高浓度有机废水, (COD<sub>cr</sub> 一般为 5 000 mg/L, NH<sub>3</sub>-N 一般在 20 mg/L, 色度有时达 500 倍), 这股高浓度有机废水较严重地干扰污水处理的正常运转, 导致了废水中的生物菌种死亡, 使污水处理设施不能正常稳定达标运行。经过反复探索和试验后, 采取以下措施: 一是对污水处理工艺进行了适当的改革, 在污水处理调节池前增设了一套增氧器 CWJ-10 一体化污水处理设施。运转试验结果表明, 这一处理设施能有效地降解这股高浓度有机废水中的 COD<sub>cr</sub>, NH<sub>3</sub>-N 等物质。二是在正常的运营过程中, 反复观察, 勤做镜检和沉降比等工艺参数, 及时调整工艺中的相关指标。三是严格控制污水处理工艺中酸碱度和曝气量, 调整 pH 值 8.5 左右, DO 3 mg/L 左右, 这种环境比较适宜废水中微生物的生存。

4.2.2 添加适当电解质降低污泥比阻 根据探索分析, 水处理污泥进入干化池后呈现的胶溶状物质, 主要由微细颗粒和胶体物质组成。测得胶溶状污泥的比阻(单位质量的污泥在一定压力下过滤时在单位过滤面积上的阻力, 单位为 s<sup>2</sup>/g) 为 1.001 35×10<sup>9</sup> s<sup>2</sup>/g。一般认为比阻在 10<sup>9</sup>~10<sup>10</sup> s<sup>2</sup>/g 的污泥算作难过滤的污泥, 比阻在 (0.5~0.9)×10<sup>9</sup> s<sup>2</sup>/g 的污泥算作中等, 比阻小于 0.4×10<sup>9</sup> s<sup>2</sup>/g 的污泥容易过滤。比阻在 (0.1~0.4)×10<sup>9</sup> s<sup>2</sup>/g 之间时, 进行机械脱水较为经济和适合<sup>[6]</sup>。因此未经处理的污泥是无法用板框压滤机进行泥水分离的。针对污泥的性状, 添加沸石或适当电解质可有效地降低污泥的比阻, 添加沸石粉提高了活性污泥的泥水分离性能。通过对沸石颗粒表面生物膜和投加了沸石粉的活性污泥絮体生长过程及成熟形态的微观观察, 结果表明沸石颗粒不仅可以作为微生物载体长成生物膜, 而且成为菌胶团核心和污泥絮体骨架, 改善了污泥絮体的颗粒结构, 从而增强了絮体强度, 提高了絮体密度, 降低了污泥塑性。研究结果表明: 沸石粉适宜的投加量为 0.4 g/L; 在活性污泥中投加 0.4 g/L 沸石粉后, 污泥比阻从 1.001 35×10<sup>9</sup> s<sup>2</sup>/g 降低到 0.47×10<sup>9</sup> s<sup>2</sup>/g, 在沸石粉投加量小于 1.0 g/L 时,

随着沸石粉投加量的增加,污泥呈现压缩沉淀时界面沉速和出现压缩沉淀的时间持续减小。但添加沸石粉时对后续工艺泵有磨损,于是对添加电解质进行了研究。在添加适当碱性电解质(用符号NO表示)时,固定每升污泥加入絮凝剂PAC 6.4 g,试验结果如图2所示。

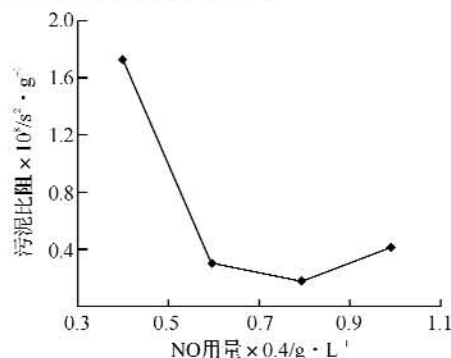


图2 NO用量对污泥比阻的影响

Fig. 2 The influence of the sludge resistance of NO

图2曲线说明,每升污泥加入0.32 g NO时,测得的污泥比阻最小。在选取NO最佳添加量的条件下,改变絮凝剂PAC的添加量,试验结果如图3所示。

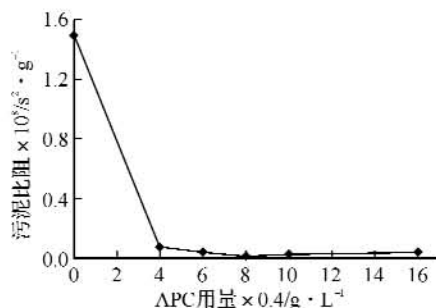


图3 PAC用量对污泥比阻的影响

Fig. 3 The influence of the sludge resistance of PAC

图3曲线说明,每升污泥加入3.2 g絮凝剂PAC时的污泥比阻最小。在上述条件下运行能很好的解决泥水分离的问题。

## 5 结 语

采用笔者设计并经适当改进的水处理工艺和设施对武汉卷烟厂废水进行处理,经过一年多的连续运转,能很好的解决泥水分离的问题。武汉市汉阳区环境监测站多次对出水进行监测,所测项目指标均达到并优于《污水综合排放标准》(GB8978-1996)中一级排放标准。说明所设计的水处理工艺和设施适用于武汉卷烟厂的污水处理。

## 参考文献:

- [1] 高兴斋,刘育禾.用物化法处理卷烟厂综合废水的实践[J].环境科学研究,1998,11(5):55-57.
- [2] 马步青.上海卷烟厂污水治理[J].烟草科技,2004(6):3-5.
- [3] 王国华.玉溪卷烟厂废水处理工艺的研究[J/OL]. <http://www.cnjlc.com/h2o/1/2007-10-07>.
- [4] 张红振,刘汉湖,齐运伟,等.生物接触氧化结合气浮法处理卷烟综合废水[J].环境污染与防治,2006,(5):384-387.
- [5] 杨岳平,徐新华,刘传富.废水处理工程及实例分析[M].北京:化学工业出版社,2003:124-125.

## Research on the treatment engineering for wastewater from cigarette production

HU Li-jun<sup>1</sup>, WEI Feng-wei<sup>2</sup>, SUN Jia-shou<sup>3</sup>, WANG Jin<sup>3</sup>, CHEN Mao-rong<sup>3</sup>

(1. Wuhan Green Tiandi Environment Protection Industrial Group Company, Wuhan 430014, China;

2. Wuhan Cigarette Production, Wuhan 430040, China;

3. School of Environmental and Civil Engineering, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430074, China)

**Abstract:** In some cigarette mill, a SBR oxidation and CWJ-10 wastewater treatment system with 3 000 m<sup>3</sup>/d of treatment capacity has been used. It is indicated by three years operation that the process features a stable running and a high treating efficiency. Under the condition of influent COD 300~1 000 mg/L, SS 100~500 mg/L, BOD<sub>5</sub> 100~500 mg/L, NH<sub>3</sub>-N 10~20 mg/L, TP 1.0 mg/L, the process produces an effluent with COD<70 mg/L, BOD<sub>5</sub><20 mg/L, SS<30 mg/L, NH<sub>3</sub>-N<5 mg/L, TP<0.5 mg/L.

**Key words:** cigarette wastewater; wastewater treatment; biological oxidation synthesis

本文编辑:萧 宁