

造纸法烟草薄片生产废水的处理

陈 荣

(华南理工大学造纸与污染控制国家工程研究中心, 广东 广州 510641)

摘 要: 利用厌氧反应器技术 + 高效絮凝处理造纸法烟草薄片生产废水, COD_{Cr} 可从 6000mg/L 降到 2000mg/L 以下, 再用去除率高达 90% 的 SBR 序批式反应器技术进行深度处理, 废水经处理可达标排放 ($COD_{Cr} \leq 100\text{mg/L}$)。

关键词: 废水处理; 烟草薄片; 厌氧反应器; 水解酸化反应; SBR 序批式反应器技术

中图分类号: X703 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673 - 9655 (2010) 01 - 0068 - 03

造纸法烟草薄片生产是利用烟叶复烤及卷烟生产过程中产生的烟梗、碎烟片及烟末等“废弃物”为主要原料, 配以少量的“骨架”纤维, 经抽提、磨解、成型及回填等工序处理制得烟草薄片 (也称人造烟叶), 再添加到卷烟生产中, 对于降低卷烟生产成本、提高产品质量, 尤其是降低焦油含量有明显的效果, 是目前生产“健康型”香烟的有效工艺。

造纸法烟草薄片生产过程中产生的废水既有造纸废水的共性如含有细小纤维, 同时又有烟草废水色度高、废水中含有对微生物生长不利的烟碱等特点, 同时造纸法烟草废水水质随烟叶种类不同和生产过程波动很大, 具有 COD_{Cr} 和 BOD_5 浓度高, 富含以多糖为主的糖类和焦油、尼古丁、酚类和苯环类物质, 可生化性尚好, 色度较深 (呈红棕色), SS 较高, 氧化还原电位较高, 废水易腐化变质等特点。

1 烟草薄片生产废水的水质和水量

表 1 烟草薄片生产废水的水质和水量

废水类别	排放量/ (m^3/d)	污染物质/(mg/L)		
		COD_{Cr}	BOD_5	SS
混合水	1750	4000	1800	1200
浓缩水	1200	20000	8000	5000

2 污水排放要求

出水执行《制浆造纸工业水污染物排放标准》(GB3544 - 2008), 详见表 2。

表 2 出水标准及可达水质

项目	pH	COD_{Cr} /(mg/L)	BOD_5 /(mg/L)	SS /(mg/L)	色度 /倍	AOX
排放水质要求	6~9	≤ 150	≤ 30	≤ 50	≤ 50	-
可达出水水质	6~9	≤ 100	≤ 30	≤ 50	≤ 50	-

收稿日期: 2009 - 06 - 23

作者简介: 陈荣 (1965 -), 本科, 华南理工大学造纸与污染控制国家工程研究中心高级工程师。

3 处理流程

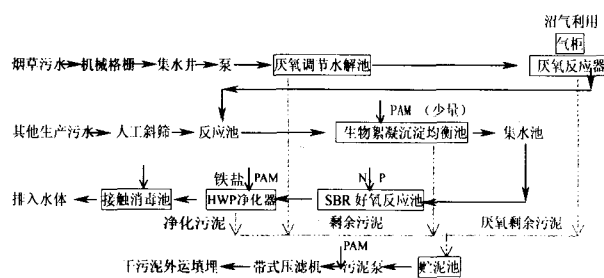


图 1 处理流程图

4 工艺详述

污水处理站工艺由预处理工段 + 厌氧工段 + 好氧工段 + 深度处理和污泥脱水工段组成, 关键是厌氧处理高浓度有机污水和好氧对污水的深度处理。

厌氧处理工段。经过预处理的高浓废水进入厌氧调节水解池进行水解酸化反应, 这是厌氧反应的第一步, 在这里大量的高分子有机物水解为甲酸、乙酸、丙酸等挥发性脂肪酸, 以达到工艺要求的预酸化度。在进入厌氧反应器之前, 合适的预酸化度非常重要, 预酸化度太低, 则在厌氧反应器中废水的酸化速度会大于产生甲烷的速度, 因而容易造成厌氧反应器内酸化; 若预酸化度太高, 会使厌氧反应器内产酸菌数量太少, 不利于颗粒污泥的保持, 而污泥的颗粒化是厌氧反应器能承受较高负荷的重要因素。实际运行证明预酸化度控制在 35% ~ 45% 较适合, 预酸化度可通过调节厌氧调节水解池的 pH 值来控制。厌氧反应器设计独特, 内循环结构、流体力学特性计算严密, 反应器高 23m, 直径 3.5m, 可以看成由两个重叠的厌氧处理室组成, 即下部的主处理区和上部的精处理区, 废水由布水器均匀进入厌氧反应器底部的混合区, 该区含有大量的颗粒污泥, 并产生大量的沼气, 由于进水动力

和沼气的搅动使得污泥床得到充分的循环和反应,同时产生的大量沼气经由第一级三相分离器分离并携带部分水和污泥沿升流管上升到厌氧反应器顶部的气水分离器,产生的少量泡沫由开启的喷淋水消泡;沼气分离后进入气体处理系统,水和污泥则沿着中间的降流管回到厌氧反应器的底部,与进入反应器的废水混合而使废水稀释到反应最佳浓度;因升流管中含有气体、液体和固体三相介质,而在降流管中只有液体和固体两相介质,介质的密度差使系统自动产生内循环,废水中的大部分 COD_{Cr} 在主处理区去除,小部分在精处理区继续得到处理,产生的少量沼气也在第二级三相分离器得到进一步的分离。精处理区的水流平稳且有一定的高度,因而污泥有充分的时间下降回到主处理区。厌氧反应器中水流上升速度虽然很高,但底部颗粒污泥仍能保持较高的浓度,这是厌氧反应器稳定运行的关键,根据污泥浓度进行排放,上清水进入下工段。

好氧处理工段。主要完成可生化降解的有机污染物的去除,在好氧处理的前端,设置一个生物絮凝反应沉淀水质均衡池,污水在此构筑物除完成其他厂区污水的预沉淀外,还将对所有污水水质、水温、水量进行均衡调节,其中最重要的就是进行生物絮凝去除有机物的沉降过程,其原理是利用好氧处理产生的剩余污泥,即菌胶团的高生物吸附活性产生的生物絮凝作用,通过投加少量的 PAM 增强絮凝作用,以达到与化学絮凝去除有机污染物相当的效果。经生物絮凝的污水,污染物去除率至少 30% 以上,出水 COD_{Cr} 可小于 $1400mg/L$,再经 SBR 生物反应器去除更多的污染物,在此要强调的是回流到生物絮凝池的菌胶团的高生物吸附活性,只能在与其相配套的 SBR 好氧生物反应器才能获得,其它种类的活性污泥法产生的剩余污泥活性较差,效果不明显。

SBR 工艺。序批式反应系统 (SBR 池) 克服传统生化处理系统中许多的缺点 (见图 2)。在一个完整的 SBR 系统中,每个反应池分序进入一定量的污水,独立完成曝气、沉淀处理并最终排放。SBR 技术的优点:①杜绝短路:进水按程序成批次注入,并被处理和排出,这意味着不存在任何的短路循环 (原污水直接排放),因而出水水质得到充分的保证;②澄清效果良好:当一批污水已经在 SBR 池中被处理,这个反应池中污泥必须在排水前被完全沉淀,在一个 SBR 系统中,当反应进入沉淀阶段,在沉淀过程中,没有进水也没有出

水,这意味着 SBR 池是理想的静止沉淀装置,能使固体物质去除率达到最大;③运行的灵活性:一个 SBR 系统被设计成可以变通以适应变化的条件,例如,如果反应器污泥开始沉淀比较慢,运行管理人员可以增加 SBR 循环中的沉淀时间;④出水不带浮渣:滗水器的设计很关键,这对于烟草薄片生产污水非常重要,因为在曝气条件下,水中悬浮物极易被气泡带到水面,滗水器是采用表面排水方式,故在排水时容易随水带出浮渣,这种现象将极大地影响出水水质;⑤曝气系统维护简单:射流曝气所有易损部件都在池外;⑥生物絮凝剂:由于 SBR 工艺特殊的运行方式,产生的剩余污泥即菌胶团具有高活性的生物絮凝作用,在预处理工艺中利用其优越的吸附性能,可以提高预处理的效果。

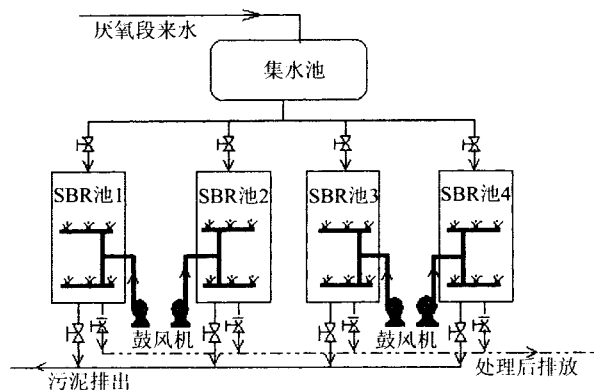


图2 SBR工艺流程图

每个 SBR 单元在一个时段内处理一批废水,每批次供给 SBR 的废水的处理是发生在一个设定的时间段之内,称作一个循环,当某个 SBR 池在注入废水的时候,其它的 SBR 池正处在完成其各自处理循环中的不同阶段。循环周期弹性大,在任何循环中的阶段,都可以根据实际操作情况,分别调整以达到最佳出水品质,表 3 是 SBR 系统典型工作周期。

表 3 SBR 系统典型工作周期 (min)

静态进水	曝气进水	反应	沉淀	排水	总计
30	60	180	60	80	410

本工程使用 4 个 SBR 池,每个池的工作容积为 $2500m^3$,装配有 1 条进水总管,将进水均匀地分配到 SBR 池的底部,3 个射流曝气搅拌系统,1 个滗水器和 1 条剩余污泥收集管。同时,每个池还配有液位控制仪表 (液位传感器或液位开关) 和溶解氧测定仪,以监测好氧反应过程,提供运行参数设定依据。污水进入 SBR 池与池中既有的生化污泥和空气混合并得到处理,当生化反应完成后,

停止供应给 SBR 池空气，生化污泥开始沉淀，上层澄清液（处理过的污水）经过滗水器而排放，当上层澄清液排放时，一部分的沉淀污泥（剩余污泥）同时由排泥泵排放。

SBR 控制与操作：SBR 系统中的绝大部分机械设备是由 PLC 系统自动控制。操作工可调整控制系统的各个设定值来改变系统混合悬浮固体浓度 (MLSS) 和系统固体停留时间来控制微生物数量。运行方式自动完成，一个可编程逻辑控制 (PLC) 系统控制处理站的运行，控制室计算机 (PC) 提供了现场操作界面并与 PLC 通讯，发生任何报警的时间以及报警的性质都被自动记录在一个文件档里，操作工在需要时可以进行打印和历史纪录查阅。当 PLC 决定某个 SBR 池进入滗水状态时，出水阀的度开被计算出来，使该 SBR 池能在设定时间内被均匀地滗水到其设定低水位，其它反应时段出水阀完全关闭以保证排水水质完全符合工艺要求。

5 废水处理效果

烟草薄片生产废水的 COD_{Cr} 组成，除由可生物降解的有机物和不可生物降解的有机物组成外，还有如硫化钠等无机污染物，对于可生物降解有机物，可通过厌氧微生物和好氧微生物联合处理去除，而对于不可生物降解的部分和无机物部分，生物法起的作用微乎其微，也就是说当出水 BOD₅ 已近于 0，而 COD_{Cr} 还可能是 200mg/L 以上。因此，为了达到出水 COD_{Cr} < 100mg/L 要求，必须对出水进行深度处理，增设 HWP 高效净化器（华南理工大学发明专利）化学絮凝处理段，不能通过生化处理去除的呈胶体态不可生化降解有机物（这部分胶体电性与菌胶团相同），可被混凝剂的化学絮凝作用去除，HWP 净化器出水经接触消毒池杀灭微生物后完全达标排入水体。

表 4 处理后（废水标准排放口）监测结果

(mg/L, pH 值、色度除外)

监测日期	监测频次	pH	色度	SS	COD _{Cr}	BOD ₅	氨氮	硫化物	挥发酚	植物油
7月26日	1	7.4	47	35	75	8.8	0.324	<0.005	0.002	<0.1
	2	7.3	43	37	99	18	6.435	<0.005	0.003	<0.1
	3	7.3	47	34	72	15	0.919	<0.005	0.003	<0.1
	4	7.5	46	36	89	16	6.188	<0.005	0.005	<0.1
平均值		7.4	25.8	36	83.8	14	3.466	<0.005	0.003	<0.1
结论		达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标

注：数据来源于某环境监测中心站。

参考文献：

[1] 张庞. 间歇式活性污泥法污水处理技术及工程实例 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2007.
 [2] Cocci A A, Stuart Almost, Mccarthy P j. Sequencing Batch Reactor

tor in the Pulp and Paper Industry a Bench-making Study [C]. International environmental conference & exhibition, 2005.
 [3] 周少荣. 环境生物技术 [M]. 北京: 科学出版社, 2006.

Treatment on Wastewater from Production of Manmade Tobacco Leaf with Papermaking Method

CHEN Rong

(National Engineering Research Center of Papermaking & Pollution Control of South China University of Technology, Guangzhou Guangdong 510641 China)

Abstract: The wastewater from production of manmade tobacco leaf with papermaking method can be treated by anaerobic reactor combining with high - efficiency flocculation reactor. The concentration of COD_{Cr} can decrease from 6000mg/L to 2000mg/L, and then sequencing batch reactor with more than 90% of removal rate is applied to treat the water. The wastewater can discharge with meeting the national standard.

Key words: wastewater treatment; manmade tobacco leaf; anaerobic reactor; acidification reaction; sequencing batch reactor