

两相厌氧-SBR法处理米粉厂废水工程实践

Treatment of Waste Water from Rice Noodle Mill by Two-phase Anaerobic-SBR Process

陆燕勤 张学洪 许立巍 朱义年 陈宏*
Lu Yanqin Zhang Xuehong Xu Liwei Zhu Yinian Chen Hong

(桂林工学院资源与环境工程系 桂林市建干路 12号 541004)

(Dept. of Resources and Environmental Engineering, Guilin

Institute of Technology, 12 Jianganlu, Guilin, Guangxi, 541004, China)

摘要 采用两相厌氧-SBR法处理桂林市瓦窑米粉厂的生产废水,即在 SBR池前利用两相厌氧池进行预处理,减少 SBR池的有机负荷,节约投资,同时 SBR池不设污泥处理设施,占地面积仅 85 m²。一年多的实际运行情况表明,米粉厂生产废水经两相厌氧预处理后,BOD和 COD_{Cr}的去除率分别为 31.0%和 53.0%,BOD和 COD_{Cr}分别降解到 587 mg·L⁻¹和 753 mg·L⁻¹,BOD/COD_{Cr}≈0.78。经过 SBR池后,BOD和 COD_{Cr}分别降解到 24.3 mg·L⁻¹和 77.1 mg·L⁻¹,达到国家规定的《污水综合排放标准》(GB8978-96)的新改扩一级标准。

关键词 废水 米粉厂 处理 两相厌氧 SBR法

中图分类号 X703.1

Abstract Two-phase anaerobic-sequencing batch reactor(SBR) process is used to treat the waste water from Wayao rice noodle mill in Guilin, China. The waste water is treated in a two-phase anaerobic tank before it comes into a SBR tank so the load of SBR tank is reduced. There is no sludge disposal facilities to be equipped to the SBR tank, and that reduces construction area and drops the cost. In one year of operation, the removal rates of BOD and COD_{Cr} are 31.0% and 53.0% respectively after the two-phase anaerobic tank, and BOD and COD_{Cr} drop to 587 mg·L⁻¹ and 753 mg·L⁻¹ respectively. BOD/COD_{Cr}≈0.78. After going through next SBR tank, BOD and COD_{Cr} drop to 24.3 mg·L⁻¹ and 77.1 mg·L⁻¹ respectively, and meet the National Requirements of the First Grade of Integrated Wastewater Discharge Standard (GB8978-96).

Key words waste water, rice noodle mill, treatment, two-phases anaerobic, sequencing batch reactor(SBR)

1 工程概况

桂林市瓦窑米粉厂是桂林市最大的米粉生产厂家之一,每天生产米粉 10 000 kg。该厂已经生产运行三四十年来,是桂林市米粉生产历史较长的厂家之一;厂址在桂林市瓦窑口附近,处于桂林市较繁华的地段,占地面积较小。该厂原废水量较小,厂区内只设有格栅和沉淀池,而现在人们的生活水平提高,需求米粉量增大,米粉生产量增加,生产废水量也相应的增

加。由于新鲜米粉的供应基本上都是在清晨,米粉生产一般在夜间进行,因此,夜间产生大量的生产废水,白天只有部分冲洗机器和地面的冲洗废水。废水排放波动较大,水质变化情况较复杂。该厂的废水来源主要是米粉生产加工过程中所产生的洗米水、团粉冷却水及清洗设备和地面的冲洗水等,设计水量为 200 m³/d,其中:洗米水为 50 m³/d,团粉冷却水为 130 m³/d,其它废水约为 20 m³/d,但其废水水质与通常研究的水粉生产废水水质不同,其 BOD₅、COD_{Cr}的含量相对低一些,详见表 1。

根据桂林市环保局和有关部门的关于工业厂矿生产废水排放标准《污水综合排放标准》(GB8978-96)和桂林市天然水体保护措施要求等,必须对该米

2002-07-05收稿,2002-08-19修回。

* 桂林市环境保护局 桂林 541001(Guilin Environment Protection Bureau, Guilin, Guangxi, 541001, China)

粉厂的生产废水进行处理 处理后的出水水质指标应达到国家规定的《污水综合排放标准》(GB8978-96)的新改扩一级标准: COD_r: 100 mg/L, BOD₅: 30 mg/L, SS 70 mg/L, pH值 6~9

表 1 米粉厂废水水质

Table 1 Quality of waste water from rice noodle mill

项目 Entry	COD _r (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)	SS (mg/L)	pH值 pH value
变化范围 Range of variation	1 400~ 1 800	800~ 900	400~ 500	4~ 5
平均值 Average	1600	850	450	4.5

2 废水处理工艺

2.1 处理工艺流程

废水流经格栅后截留制作团粉时产生的碎米粉和颗粒较大的粉条,进入沉淀池后,定期对沉淀池进行捞渣,沉淀物是较好的喂猪饲料 废水经过重力沉降,溢流到集水池,再用泵提升到产酸相厌氧池,经产酸菌处理后进入产甲烷相厌氧池中进一步降解,进入调节池,然后由潜水泵提升至 SBR反应池处理后排放。SBR池产生的剩余污泥定期排到厌氧池中,也可维持厌氧池中的营养平衡 工艺流程见图 1

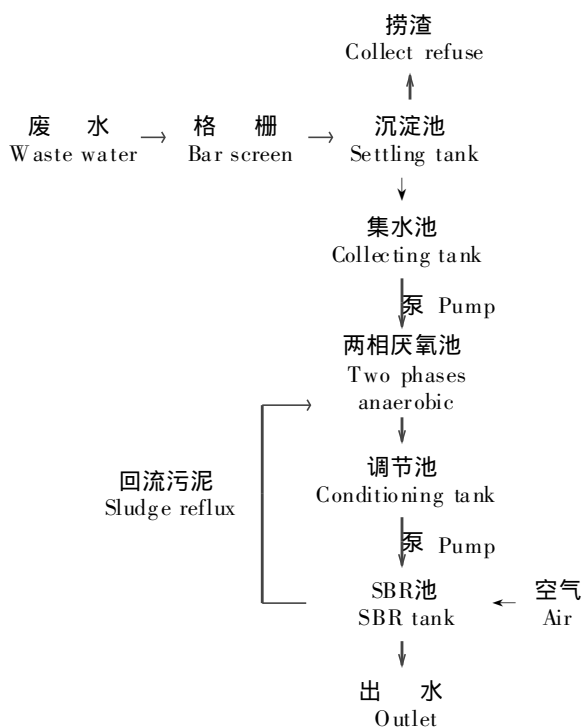


图 1 废水处理工艺流程

Fig. 1 Flow diagram of waste water treatment

2.2 两相厌氧-SBR处理技术

2.2.1 两相厌氧处理技术

桂林市瓦窑米粉厂废水处理工程在考虑到该厂的用地紧张,结合现场的实际情况的基础上,采用两相厌氧法进行预处理 产酸阶段采用普通厌氧池和厌氧接触池两种类型。普通厌氧池是由两个旧油罐串联而成,类似于荷兰的利浦罐,设在厌氧接触池之上;厌氧接触池设置在地面上,内设有半软性材料(塑料环)。由于进水 pH值为 4.0~5.0,此阶段控制为产酸相,停留时间为 4h,以较好地进行水解酸化 产甲烷阶段采用地下式普通厌氧池类型。在产甲烷阶段,生物可降解含氮有机化合物而导致碱度增加,如污泥中的蛋白质含量使代谢过程释放出阳离子(NH₄⁺),生成碳酸氢铵,使系统保持中性 pH值^[1],这样有利于产甲烷细菌的生长和繁殖,厌氧池的总停留时间为 3 d 经过厌氧处理后,高浓度的有机废水变成中低浓度的废水,达到预处理的目的,减小 SBR池的处理负荷

2.2.2 SBR处理技术

SBR反应池不设初沉池、二沉池、回流污泥泵房、消化池和沼气贮存利用设施,主要由 5 个工序所组成(充水期、反应期、沉淀期、排水期、闲置期),而 5 个工序均在同一反应器内实施^[2]。桂林市瓦窑米粉厂废水处理工程设计 SBR反应池 2 座,根据米粉厂废水的排放量多少不同,一般采用单池运行,调配使用;当排水量增大时,可两池一起运行。每座反应池的运行周期为 8.0~10.0 h,由于各阶段运行时间分配对处理效果有一定的影响^[3],设计充水期为 1.0 h,采用限制曝气(即充水完毕后再开始曝气),这对低浓度污水抑制丝状污泥膨胀是非常有利的;反应期为 4.0 h,内设微孔曝气头进行曝气,使微生物对有机质进行生物降解;沉淀期为 1.0 h,由于是静止沉淀,效果较好;排水期 1.0~2.0 h,包括闲置期,采用滗水器排水;闲置期视处理水量而定。反应时间控制可灵活掌握,可以在充水期的任何时间内或结束时开始曝气,便于反应池内形成基质浓度梯度和抑制污泥膨胀。

2.3 主要处理构筑物

根据米粉厂用地紧张的实际情况,处理构筑物采用分层式,如厌氧采用地下式,好氧采用地上式等。主要处理构筑物尺寸见表 2

3 调试与运行

3.1 调试

3.1.1 两相厌氧池

往厌氧池中投加污水处理厂的消化污泥 2.0 t,另加 1.0 t 的湿猪粪作为接种污泥,以缩短启动时间。每天加入 10 m³ 的生产废水,约 25 d 后,池中有较大的气泡产生,约 30 d 后,在塑料环上挂满了生物膜和深灰色的污泥。镜检发现污泥中有大量的葡萄球菌

表 2 主要构筑物

Table 2 Major structures

名称 Unit	材料 Material	数量 Quantity	主要尺寸 Major size(m)	备注 Remark
格栅 Bar screen	钢丝网 Steel mesh	2	0.005× 0.005	过水断面尺寸 Size of overflow section
沉淀池 Settling tank	砖混 Brick concrete	3	1.0× 1.0× 1.5	总停留时间为 2 h Total detention time
两相厌氧池 Two phases anaerobic tank	钢制 Steel	2	$\varphi=2.5, L=4.0$	产酸反应器 Acidification reactor
	砖混 brick concrete	1	6.0× 4.0× 3.0	产酸反应器,分 2 格 Acidification reactor, two parts
	砖混 Brick concrete	1	15.0× 10.0× 3.5	产甲烷反应器,分 3 格 Methane reactor, three parts
调节池 Conditioning tank	砖混 Brick concrete	1	4.0× 3.0× 3.5	停留时间 4 h Detention time, 4h
SBR池 1 SBR tank 1	钢制 Steel	1	$\varphi=3.5, H=6.0$	曝气 4 h Aerating, 4 h
SBR池 2 SBR tank 2	钢制 Steel	1	$\varphi=3.5, H=7.0$	曝气 4 h Aerating, 4 h

菌、甲烷杆菌和甲烷球菌,说明厌氧池内污泥已经成熟。

3.1.2 SBR池

往 SBR池中投加污水处理厂消化污泥 2.0 t,另加 1.0 t的厕所粪便水 0.4 t作为接种污泥;考虑到米粉生产废水中的含磷量较少,达不到活性污泥中微生物的营养组分要求,故投加 0.2 t的磷肥,然后进行闷曝;每天排放适量上清液,再补充从厌氧池来水。如此循序运行,每天换水量逐渐增加,30 d后完成活性污泥的培养,镜检发现活性污泥中含有大量的好氧微生物,如假单胞菌和产碱杆菌,说明活性污泥的性能良好。

3.2 运行

桂林市瓦窑米粉厂废水处理工程已经实施运行一年多,运行较稳定,监测结果见表 3

从表 3可知,原水的 $BOD/COD_{Cr} \approx 0.53$,经厌氧预处理后, $BOD/COD_{Cr} \approx 0.78$, BOD和 COD_{Cr} 的去除率分别为 31.0%和 53.0%。说明采用两相厌氧池不仅可以高浓度有机废水降解成低浓度废水,同时还可以调节 pH值,达到了较好的预处理效果。经 SBR反应池, BOD和 COD_{Cr} 的去除率分别为 97.1%和 95.2%,达到了理想的效果。在实际运行的一年多工程实践中,根据不同季节的水质和水量变化,采用相应缩短或延长曝气时间,相应增加或减少闲置期的方式灵活调节运行,使处理效果和节能的统一趋于完善。在出水排放前,对水质进行检测,当水质不合格时停止排放,通过适当调整系统的曝气时间、沉降时间以及一个处理周期的时间,使废水处理满足排放标准为止。

表 3 米粉厂废水处理平均水质

Table 3 Quality of treated waste water from rice noodle mill

水样 Sample	COD_{Cr} (mg/L)	BOD_5 (mg/L)	SS (mg/L)	pH值 pH value
原水 Untreated water	1600	850	450	4.5
厌氧池出水 Outlet of anaerobic tank	753	587	168	6.5~7.3
SBR池出水 Outlet of SBR tank	77.1	24.3	23.6	7.0~7.5

4 讨论

实际运行情况表明,米粉生产废水经两相厌氧预处理后, BOD和 COD_{Cr} 的去除率分别为 31.0%和 53.0%,使 BOD和 COD_{Cr} 分别降解到 $587 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $753 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, $BOD/COD_{Cr} \approx 0.78$ 可生化性非常好,不仅减少了 SBR池的有机负荷,而且 SBR工艺采用批处理模式,在时间上是理想的推流过程,在空间上是完全混合式,因此,耐负荷冲击性能较好。

一般采用传统的活性污泥法处理淀粉污水时,为避免负荷冲击,调节池容量设计较大,水力停留时间在 10 h以上;而采用 SBR池时,调节池容量可以大大减小,只要考虑水量调节即可。本工程调节池的实际水力停留时间约 4 h,完全可以满足需要;同时

(下转第 301页 Continue on page 301)

3 讨论

茶叶中含有 30% 左右的多酚类物质^[6], 实验表明, 未改性绿茶对汞的吸附仅为 31.4%, 对有机汞无吸附作用。这可能与绿茶表面的多孔结构及甲醛与茶叶中的多酚羟基缩合形成树脂结构交织有关。实验中, 无机汞、苯基汞的解吸酸度由 $2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 增至 $4.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 解吸完全的时间也随之增长, 分别为 6 min 和 11 min, 这可能是各形态的汞与改性绿茶表面的结合力不同导致的结果。

参考文献

1 袁倬斌, 朱敏, 韩树波. 汞的形态分析研究进展. 岩矿测

试, 1999, 18(2):

- 2 刘国珍, 金泽祥. 汞的形态分析进展. 理化检验 (化学分册), 2000, 36(1): 38.
- 3 木村优, 山下博美, 驹田顺子. 绿茶在吸着剂として用いゝる水中の各種金属の捕集除去法. 分析化学 (日), 1986, 35(4): 400.
- 4 刘安喜, 戴立平. 以绿茶作捕集剂除去水中稀土金属离子. 稀土, 1988, 5: 30.
- 5 谢小风, 周发连, 扬小冰. 绿茶对金 (III)、锆 (IV) 离子捕集性能的研究. 分析实验室, 2001, 20(6): 41.
- 6 安徽农学院. 茶叶生物化学. 北京: 农业出版社, 1980. 6.

(责任编辑: 蒋汉明)

(上接第 293 页 Continue from page 293)

SBR 工艺不需二沉池和污泥回流系统, 可以节约投资。与其它同等规模的处理设施相比, 工程投资可节约 30% 左右。

由于米粉厂生产废水呈弱酸性, pH 值 4~5, 而 SBR 池的最佳运行 pH 值约为 7, 若不进行中和处理将影响 SBR 池的运行效果。本工程采用两相厌氧预处理, 利用产甲烷阶段, 降解一定量的含氮物质, 提高 pH 值, 因此, 可以省去中和的药剂费。在不计折旧、维护费用等情况下, 其运行直接费用只包括电耗, 为 0.40 元 米^3 。

该工程中 SBR 池排放污泥较少, 在实际工程中, 往往几个月才排一次泥, 而污泥直接抽到厌氧池中, 不仅减少了污泥处理设施, 而且还保证厌氧池中污泥的活性。既节省污泥处理场地, 又节省投资。本工程建筑设施总占地面积约 85 m^2 , 总投资约 16 万元。

两相厌氧预处理不仅可以减少 SBR 池的运行负荷, 同时也可调节废水中的酸碱度, 保证其运行的良好环境, 这是至关重要的一步, 因此, 在两相厌氧处理

中, 完全控制好各个反应相的 pH 值, 保证稳定运行是非常重要的。同时也存在一定的问题, 特别是在产酸相完全消除产生甲烷是非常困难的, 有待进一步研究。

根据该米粉厂生产废水的水质特点, 含磷量不足, 培养液主要有厕所粪便水和磷肥 (磷酸二铵) 组成, 投加量按 COD: N: P 为 100: 5: 1 计算。这样才能更好的培养好氧微生物菌胶团, 提高污泥活性。

参考文献

- 1 张自杰主编. 排水工程 (下册). 第 4 版. 北京: 中国建筑工业出版社, 2000.
- 2 [美] R E 斯皮思著. 工业废水的厌氧生物技术. 李亚新译. 北京: 中国建筑工业出版社, 2001. 97~98.
- 3 雷乐成等编. 水处理新技术及工程设计. 北京: 化学工业出版社, 2001. 156~210.

(责任编辑: 邓大玉)