

丝绸精炼废水的生物处理研究^{*}

李海红, 仝攀瑞, 赵小峰, 同 帆

(西安工程科技学院 环境化工学院, 陕西 西安 710048)

[摘 要] 针对丝绸精炼废水经酸析、膜处理后 COD 仍不能达标, 更不能回用的现状, 采用厌氧好氧相结合的生物处理工艺, 在实验室进行了废水生物处理小试研究, 结果表明, 该工艺可使最终出水达标, 不仅防止了环境污染, 也降低丝绸厂的生产成本。采用两级耗氧和厌氧相结合的生物处理工艺进行的中试研究结果表明, 该工艺处理后出水 COD 可降至 70 mg/L 以下, 回用效果较好, 值得各丝绸精炼厂推广使用。

[关键词] 丝绸精炼废水; 接触氧化; 厌氧硝化; 废水处理

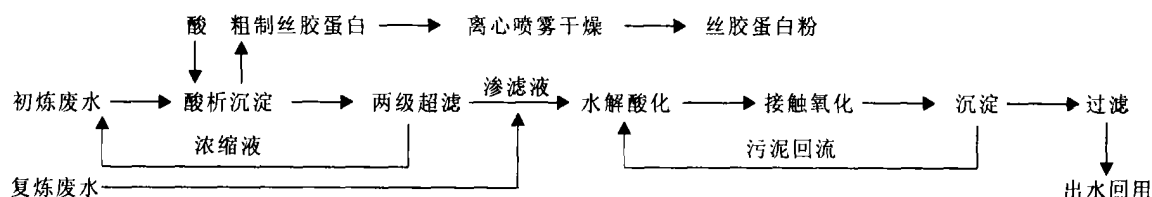
[中图分类号] X703.1

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2005)09-0095-04

丝绸精炼废水中丝胶蛋白含量高, 导致废水化学需氧量(COD)严重超标, 最高时可达 70 000 mg/L, 使废水不能达标排放, 更不能回用。我国大多数丝绸厂的精炼废水都被直接排放, 不仅导致水环境和土壤环境污染, 而且使丝绸精炼废水中富含的丝胶蛋白严重流失, 造成了资源浪费。因此, 研究丝绸精炼废水中丝胶蛋白的回收及其处理后的达标排放和回用, 已成为丝绸精炼废水处理中亟待解决的问题^[1]。

本研究的主要对象是经酸析、膜处理工艺初步



回收丝胶蛋白后的精炼废水, 虽然其 COD 已降至原废水的 50%, 但远远未达到国家排放标准, 更不能达到回用标准。本研究采用两级生物法及物理法, 对丝绸精炼废水进行处理, 并在实验室进行小试研究及工厂中试研究, 旨在使废水最终达标或达到丝绸印染厂回用水标准, 降低丝绸厂的生产成本。

1 实验室小试研究

1.1 处理工艺

实验室小试研究的处理工艺流程为:

前期的酸析沉淀和膜处理主要用于回收丝胶蛋白^[2], 本研究以后期的生物处理为主(实验室小试采用水解酸化-接触氧化两级生物处理工艺作为核心工艺)。小试废水取自陕西西安国棉七厂制丝精炼车间, 废水 COD 为 20 000~28 000 mg/L。

1.2 生物处理小试模拟装置

图 1 为实验室小试生物处理模拟装置。该处理装置中, 进水流量 $Q = 1 \text{ t/d}$ 。流量采用转子流量计控制。水解酸化池和接触氧化池池壁均采用 PVC 板制作, 填料均选用软性纤维。厌氧池采用底部进水,

微孔向下, 保证水质均匀且能防止池底污泥积聚和进水孔堵塞。好氧池采用底部微孔曝气。水解酸化池停留时间 8 h, 设计体积 3.33 m^3 。接触氧化池停留时间 4 h, 设计体积 1.67 m^3 。

1.3 方法

1.3.1 活性污泥驯化 菌种污泥取自陕西西安北石桥污水处理厂浓缩污泥池。在菌种污泥培养期, 每天更换 1/3 池容积的丝绸精炼废水进行初期培养。初期好氧池控制曝气量, 慢慢调整曝气量使其稳定在 $2 \sim 3 \text{ mg/L}$ 。在驯化期(5 d 左右)逐渐增加废水流

^{*} [收稿日期] 2005-03-03

[基金项目] 陕西省教育厅重大产业化项目(01ZC10)

[作者简介] 李海红(1971-), 女, 陕西西安人, 讲师, 硕士, 主要从事废水处理研究。

量,直至设计的运行流量($Q = 1\text{ t/d}$)。

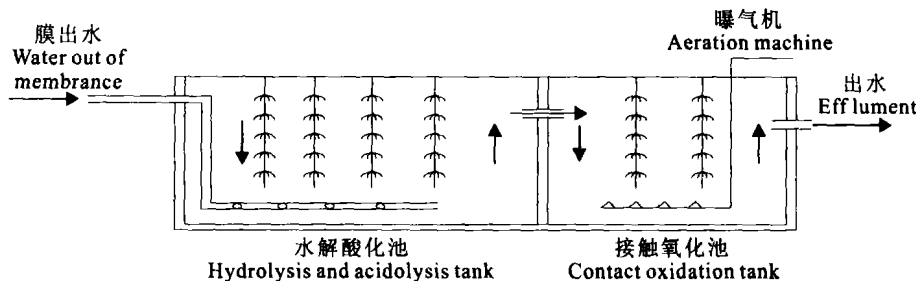


图 1 生物处理模拟装置简图

Fig 1 Imitated device of treating with organisms

1.3.2 试验条件 (1)温度。丝绸精炼废水温度高达 70~80℃,经降温、酸析沉淀、膜处理后温度完全可降至 25~37℃,可以满足厌氧和好氧处理。(2)溶解氧。好氧池维持溶解氧在 2~3 mg/L,定期观察池中微生物的活性。(3)pH。因酸析的影响,试验前需用 NaOH 调节厌氧池的 pH 值为 6.5~8.0。(4)营养。丝绸精炼废水中丝胶蛋白含量高,因此其 N、P 含量丰富,不需添加其他营养物质。

1.3.3 分析方法 采用 5B-3 型 COD 快速测定仪测 COD;碘量法测溶解氧 DO。各项目均参照文献

[3]方法定期进行测定。

1.4 结果与分析

从表 1 可以看出,在整个运行过程中,系统的 pH 值稳定保持在 6~7。在运行温度较低($t = 12\sim 13^\circ\text{C}$)的情况下,水解酸化-接触氧化池在运行 40 h 后基本上趋于稳定,水解酸化池的 COD 去除率在 50% 左右,接触氧化池的 COD 去除率可达 80% 以上,最终出水的 COD 可降至 140 mg/L 左右(达到国家二级排放标准^[4]150 mg/L)。

表 1 小试阶段水解酸化池与接触氧化池处理的效果统计

Table 1 Treating effects of hydrolysis and acidolysis tank and contact oxidation tank during the small trial

时间/h Time	水解酸化池 Hydrolysis and acidolysis tank			接触氧化池 Contact oxidation tank		
	COD/(mg·L ⁻¹)	pH	t/	COD/(mg·L ⁻¹)	pH	t/
8	2 170	6	11	736	6	12
16	1 660	6	12	648	7	13
24	1 238	6	13	456	6	13
32	1 132	7	11	341	6	12
40	1 045	7	12	213	7	12
44	997	7	12	143	6	13

2 中试研究

2.1 试验用水

直接取自浙江金达丝绸有限公司精炼车间精炼废水。从生产用水到精炼废水采用工艺为

生产用水→漂洗 3 次→复炼 5 次→初炼 5 次

所处理的精炼废水即为初炼 5 次后的排放水,其 COD 为 30 000~70 000 mg/L。经酸析、超滤膜处理后,其 COD 为 5 000~7 000 mg/L, pH = 6~7, 进入生物处理过程。

2.2 工艺改进

由于中试过程中废水的 COD 较高,为保证出水水质,在小试基础上,对工艺进行了改造,为防止

废水中较高氨含量对微生物的影响,设计生物脱氮除磷工艺(厌氧硝化和生物滤塔),即中试时生物处理工艺如下:

膜出水→一级接触氧化→二级接触氧化→厌氧硝化→生物滤塔→沉淀→过滤→出水

2.3 设备安装及调试

2.3.1 单机调试 各池加满水,将每座构筑物处理装置进行单机运行,观察是否有渗漏,检查各设备运转情况,观察运转是否正常,有无异响,曝气器出气是否均匀,否则应予以维修或修正。

2.3.2 多级串联运行 在单机调试正常以后,将所有设备串联运行,即多机串联进行满负荷运行。连续运行不少于 24 h,无异常即可投入正常运行。

2 4 好氧池培菌

由于丝绸精炼废水中所含的污染物属于天然有机物, 微生物所需营养物质较全, 调试过程中不需添加其他营养物质。驯化时所用污泥采自上海浦东金贸大厦生活污水处理系统。

好氧池加清水至池容积的 2/3, 投入湿污泥, 启动曝气风机曝气, 测 DO 使其维持在 2~ 4 mg/L, 连续一周逐日增加加入的精炼废水量(每天 1/3 池容积), 适当加入新鲜污泥保证微生物数量, 同时按进水→曝气→静止→排水的顺序运行。直至好氧池挂膜正常, 微生物活力较高, COD 去除率可达 80% 左右。

2 5 厌氧池培菌

厌氧池加精炼废水, 至容量 50% 时, 将由污水站(浙江金达丝绸有限公司)所取湿污泥(沉淀后)分批投入(每次 25 L), 开始培菌。用泵将池内水循环, 使污泥处于悬浮状态。以后每天换掉 30 L 泥水混合液, 加精炼废水 10 L 及新鲜湿污泥 20 L, 连续 1 周后, 每隔 3 d 增加原水 10 L, 直至厌氧池挂膜正常。当出水 COD 去除率达到 50% 左右时, 活性污泥驯化过程即告完成。

2 6 过滤试验

用反冲洗法调整滤粒松散度, 保证后期运行正常。

2 7 废水的达标处理工艺

丝绸废水回收丝胶蛋白后, 废水中仍含有大量的有机物及难于回收的氨基酸, 致使废水的 COD 值还很高(5 000~ 7 000 mg/L), 不能直接排放, 需要进一步处理以达到排放要求。

由于丝绸加工废水中含有大量的氨基酸及生物所需的营养, 可生化性极好, 采用厌氧或多级好氧均能达到较理想的效果, 故采用多级好氧加厌氧的生

物处理工艺, 这样, 不但使废水中的有机污染物得以彻底去除, 而且也起到了脱氮除磷的作用。其具体处理流程为:

(1) 一级、二级好氧处理(两级均为接触氧化)

从外观上看, 超滤出水清澈透明而无色, 但其 COD 达 5 000~ 7 000 mg/L, 还需要进一步进行生物处理。由于废水中的有机物大部分是小分子氨基酸, 主体工艺采用厌氧方法会带来投资上的浪费, 且处理时间长、不经济。采用以好氧为主导工艺、厌氧为辅助工艺(仅仅起到硝化作用)的脱氮除磷法比较合适, 该工艺是在传统生物处理工艺的基础上经过改进的一种新工艺, 可使废水达到深度处理的效果。

(2) 生物脱氮除磷(厌氧硝化和生物滤塔)

厌氧硝化。在一、二级好氧生物处理中, 废水中的有机污染物含量大幅降低, 但由于小分子氨基酸在生物处理过程中被氨化而释放出大量的氨气, 抑制了微生物的生长, 使一、二级生物处理后的排水不能达到排放要求, 必须在一、二级好氧后进行短时间的厌氧硝化处理, 将废水中的氨转化为硝酸盐, 这一过程对废水中的磷也有很好的去除效果。

好氧反硝化。在好氧生物滤塔内, 将厌氧硝化过程产生的硝酸盐进一步转化为氮气。

(3) 沉淀过滤

经过生物处理后, 出水中的固体悬浮物(SS)含量较高, 必须经过沉淀过滤, 以保证其最终达到排放要求。

2 8 中试研究结果

废水的中试达标处理效果见表 2。由表 2 可以看出, 丝绸精炼废水经本试验的处理工艺处理后, 其完全可回用于印染的生产过程, 从而降低了生产成本。

表 2 用两级耗氧和厌氧相结合的生物处理工艺中试处理效果

Table 2 Treating effects of middle trial								
mg/L								
项目 Item	原水 Untreated water	好氧池 1 进水 Water out of aerobic tank 1	好氧池 1 出水 Water out of anaerobic tank 1	好氧池 2 出水 Water out of aerobic tank 2	厌氧池 出水 Water out of anaerobic tank	生物滤池 出水 Water out of biotic filter tank	斜板沉淀 出水 Water out of tabella setting tank	过滤后 出水 Filtering water
COD	42 923	3 134	1 745	1 902	1 535	835	232	105
COD	73 368	5 975	2 661	1 406	1 456	820	529	115
COD	39 972	5 975	1 690	1 297	1 347	864	359	138
COD	33 305	4 376	1 969	1 103	982	558	190	79
COD	37 825	4 267	1 935	1 050	972	468	178	68
COD	51 955	5 846	3 989	1 764	1 465	840	259	84
COD	56 662	6 593	2 364	1 069	1 100	430	150	75

注: 好氧池 1 进水为经过酸析、超滤后的膜出水。

Note: Water in aerobic tank is water out of membrane after acid and filter treatments

3 结 论

(1) 针对中空纤维超滤膜出水特点, 选择水解酸化—接触氧化工艺可保证出水能够达标。

(2) 从运行情况可以看出, 小试时由于水质稳定, 只需经过 5 d 的驯化基本上就可以满足连续进水的要求; 中试时由于进水量较大, 水质波动大, 需经过 7~10 d 的驯化期。驯化期长短取决于废水水质情况。

(3) 运行期最佳条件为 t 为 25~35, $\text{pH} = 6.5 \sim 8.0$; 接触氧化池需维持 DO 为 2~3 mg/L。

(4) 正常情况下, 中试运行后废水 COD 可达到丝绸印染厂回用水标准。

(5) 由于前期膜处理涉及膜清洗过程, 膜清洗剂作为 1 种氧化剂, 若清洗不彻底, 则严重影响生物处理环节微生物的活性及种类。因此, 需定期监测膜出水中的氧化剂含量。

(6) 由于温度对生物活性影响较大, 因此, 冬季温度较低时可考虑发挥精炼废水的高温, 在不影响酸析和膜处理的情况下, 省去酸析前废水的降温过程, 使其保持较高温度, 从而满足生物处理的温度要求。

[参考文献]

- [1] 段亚峰, 杨晓瑜. 缫丝厂废水处理与丝胶蛋白质的回收利用[J]. 丝绸, 2000, (1): 16-17.
- [2] 李海红, 仝攀瑞, 于翔, 等. 丝绸废水中蛋白质回收及超滤处理技术研究[J]. 纺织高校基础科学学报, 2004, (3): 255-258.
- [3] 俞毓馨, 吴国庆, 孟宪庭. 环境工程微生物检测手册[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1990. 145-148.
- [4] GB8978-1996, 污水综合排放标准[S].

Study on biological treatment of silk refining waste water

L I Hai-hong, TONG Pan-rui, ZHAO Xiao-feng, TONG Zhi

(Department of Environment and Chemistry Engineering in Xi'an Engineering and Science Technology College, Xi'an, Shaanxi 710048, China)

Abstract: The COD of silk refining wastewater can't be up to the standard after acid and membrane treatment. The first experiment is the small trial in the lab using both anaerobic technology and aerobic technology. The results indicate the COD of treated wastewater can be up to standard. This not only prevents the environment pollution, but also decreases the cost of silk factory. The second aerobic and the first anaerobic technology are used in the middle trial. The results indicate the COD of treated wastewater can be lowered to 70 mg/L and can be reused. This technology can be used broadly in silk factories.

Key words: silk refining waste water; contact oxidation; anaerobic nitrification; wastewater treatment