

二段生物接触氧化工艺在制酒废水处理中的应用

马放¹, 赵立军¹, 武志强², 赵庆建¹

(1. 哈尔滨工业大学市政环境工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150090; 2. 中国水利水电第二工程局, 北京 100041)

[摘要] 针对制酒废水水质和二段生物接触氧化法工艺特点, 提出了应用纯好氧工艺处理制酒废水的设计思路, 确定了工程设计及工艺运行参数, 工程实践表明: 工艺对高浓度有机废水治理能够获得较好的污染物去除效果, COD 和 BOD₅ 的去除率分别达到 92% 和 94% 以上, 出水全部达到《污水综合排放标准》GB 8978—1996 中的二级标准要求。

[关键词] 制酒废水; 二段生物接触氧化; 污水综合排放标准

[中图分类号] X703.1 **[文献标识码]** B **[文章编号]** 1005-829X(2005)11-0051-04

Application of two-stage bio-contact oxidation process to alcohol wastewater treatment

Ma Fang¹, Zhao Lijun¹, Wu Zhiqiang², Zhao Qingjian¹

(1. School of Municipal and Environmental Engineering of Harbin Institute of Technology, Harbin 150090, China; 2. China Water Resources & Hydropower Engineering Bureau 2, Beijing 100041, China)

Abstract: The design concept, running & design parameter of pure aerobic process to treat alcohol wastewater are put forward, according to the characteristic of the alcohol wastewater quality and two-stage bio-contact oxidation process. The application results show that process has high contaminant removal efficiency and the removal rates of COD and BOD₅ are over 92% and 94%, respectively. The quality of the discharged sewage meets the requirement of the national standard (2nd level, GB 8978—1996).

Key words: alcohol wastewater; two-stage bio-contact oxidation; comprehensive wastewater discharge standard

目前, 我国对制酒废水处理方法多采用厌氧+好氧生化(活性污泥法或生物膜法)组合处理工艺, 由于该工艺存在一次性投资较多、占地面积大、运行成本高、操作管理不便等缺点, 其推广应用有一定的局限性。因此, 针对制酒废水特点, 在研究和实验的基础上开发出了一套改进的纯好氧二段生物接触氧化工艺。该工艺具有处理水质好、投资省、运行成本低、管理操作方便等优点。

1 工艺

二段生物接触氧化工艺(简称二段法)将传统的氧化池分隔为二段: 第一段利用微生物对数增长期的吸附特性, 以低能耗、高负荷、快速度的生物吸附合成为主, 该阶段能够去除污水中 60%~70% 的有机质, 为吸附合成期; 第二段在低负荷下利用微生物的氧化分解及内源代谢作用, 对污水中残留的有机质进行彻底的氧化分解, 进一步改善出水水质, 为氧

化分解阶段。由于分段, 二段法工艺能充分发挥不同微生物种群间的协同作用, 使净水效率大大提高。

二段法工艺的池型结构采用四池联壁式组合结构, 这样既节省了占地面积和土建费用, 又能方便操作管理和运行维护, 并能减少水头损失, 使厂区总体布局合理、工艺流程简洁流畅。

二段法工艺在二氧池前后各有一个接触沉淀池, 将一段和二段完全分开, 使其各自成为独立系统而充分发挥各自效能。典型的二段法工艺生化组合池水力剖面见图 1。

二段法工艺生化组合池的运行由五部分组成: 布水系统、布气系统、反冲洗系统、排泥系统和放空系统。

(1) 布水系统。二段法工艺的布水系统主要指组合池的配水槽。在一氧池、一沉池、二氧池、二沉池前面均设导流墙, 污水自初沉池经导流墙配入各池底部, 再自下而上穿过填料层(或滤料层)经集水系统

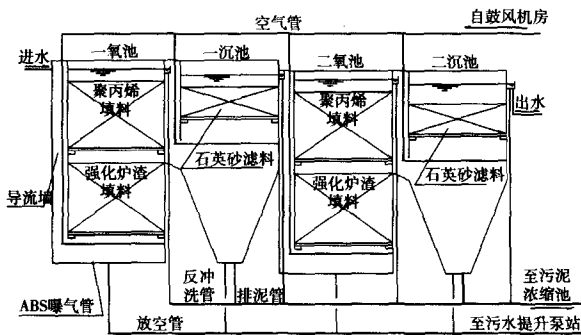


图1 生化组合池水力剖面图

收集后进入下一池，所以在整个处理系统的水力流态上是推流式；又因为氧化池底部设有曝气系统，污水被混合搅拌呈完全混合状态，所以污水在氧化池内的水力流态为完全混合式。由于二段法工艺的这一特性，使其具有很强的抗冲击负荷的能力。

(2)布气系统及反冲洗系统。二段生物接触氧化工艺的布气及反冲洗系统指组合池的空气管路系统，它兼有三种功能：为氧化池微生物提供新陈代谢所需的氧气；对氧化池污水进行混合、搅拌；为氧化池、沉淀池气水反冲洗提供动力。

(3)排泥系统。氧化池填料上吹脱掉的老化的生物膜经池顶集水系统收集后通过导流墙进入沉淀池底部，在这里上升流速放缓，有利于污泥沉淀，不能沉淀的悬浮物质经石英砂滤层后被截留下来，沉到泥斗的污泥通过排泥管靠重力排入污泥浓缩池。

(4)放空系统。在一氧池、一沉池、二氧池、二沉池池底均设有放空系统，以方便闭水试验、污水厂调试、日常检修和大修。污水经放空管靠重力排入污水提升泵房前的集水池。

2 制酒废水特点

制酒企业酒精废水的污染是食品与发酵工业最严重的污染源之一，废水具有以下特点：

(1)水质水量变化大。由于制酒厂生产废水大部分是间歇排放，所以废水的水质水量波动较大，易形成负荷冲击。

(2)污染严重。制酒工业生产废水的有机负荷非常高，特别是酒糟废水 COD_C 高达 30 000~50 000 mg/L，BOD₅ 值高达 20 000~40 000 mg/L。

(3)可生化性好。制酒废水的可生化性较好，一般 BOD/COD 大于 0.5，所以其处理宜采用生化工艺。

3 工程应用

根据二段法工艺和制酒行业废水特点，开发了具有推广价值的制酒废水纯好氧生化处理工艺，

并在某酒业公司废水处理工程中得到了成功应用。

3.1 工程概况

某酒业股份有限公司年产各类白酒 2 217 t，优质酒精 3 664 t。污水站处理水量 2 500 m³/d，工程总投资 270 万元，废水处理成本 0.37 元/m³，工程占地 620 m²，该污水处理站有管理人员 3 名。

3.1.1 主要产品生产工艺

釉酒生产主要以红粮为原料，稻壳为辅料，和发酵池的酒醅混合均匀后蒸馏。生产工艺流程见图 2。

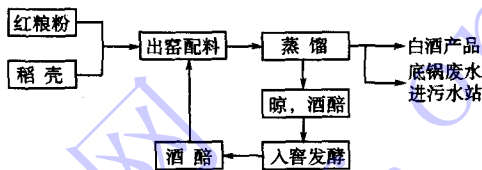


图2 生产工艺流程

3.1.2 废水水质、水量

该厂进污水站废水水质、水量见表 1。

表1 进水水质、水量

废水种类	排放量/ (m ³ ·d ⁻¹)	COD/ (mg·L ⁻¹)	BOD ₅ / (mg·L ⁻¹)	SS/ (mg·L ⁻¹)	pH
除尘冲灰水	1 700	190	95	2 200	4.7
酒精水	560	25 600	19 900	7 120	4.8
釉酒水	15	4 880	1 850	2 167	5.1
树脂再生水	60	-	-	-	-
生活污水	60	390	178	183	7.2
洗瓶废水	30				

注：1)酒精水回用 70%左右，剩余 30%(170 m³/d)进入污水处理系统；2)处理后的废水排入支漳河，要求出水水质达到《污水综合排放标准》GB8978—1996 的二级标准。

3.2 废水处理工艺

从该公司六种污水水量、水质看来，冲灰水水量虽大，但 COD 浓度不高，只含有大量悬浮物，因而易于处理；而酒精水是含有多种营养物质的高浓度有机废水，因此处理难度较大。为了抓源治本，减少外排，在原有的三台离心机基础上，增加一台进口的高效分离机，分离后的滤渣作饲料，滤液的 70%回用于生产工序，剩下 30%需要处理，排入污水处理系统。工艺流程见图 3。

3.2.1 工艺特点

工艺特点：(1)以废治废。冲灰水与高浓度有机废水混合，不但稀释了高浓度有机废水，而且冲灰水中的某些成分对废水中某些有机物能够起到加速沉淀、吸附降解作用，同时对冲灰水而言，也创造了更加适合生化处理的条件。

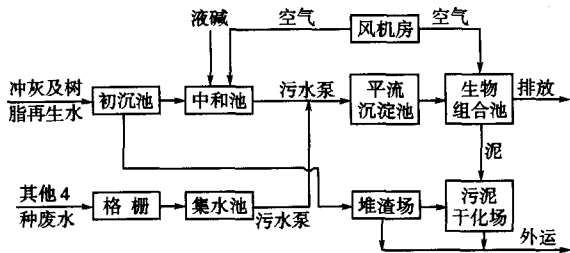


图3 工艺流程

(2)无污泥回流,无单独二次沉淀池。二段法工艺氧化池的填料上栖息着大量的高活性微生物,它们能够高效快速的吸附合成和氧化分解污水中的有机质,由于填料上老化的生物膜会不断脱落,使填料上附着的生物膜能保持高活性,且远比活性污泥法中的活性污泥要高,所以不需污泥回流。又由于生化组合池本身设有二个接触沉淀池,它能够高效截留和分离污水中的悬浮物质,故不再设二沉池。

(3)高效、耐冲击、操作管理方便。二段法工艺的生化组合池总停留时间控制在3.5 h,比活性污泥法的4~8 h和氧化沟法的8~20 h要短得多。又由于二段法工艺的第一段以生物吸附合成为主,生物负荷和活性很高,且氧化池内的水力流态为完混式,故其抗冲击负荷的能力很强,同时对第二段也起到了缓冲和保护作用,因此,在BOD、毒物、pH冲击下,生物膜受影响较小,而且恢复很快。同时,工艺运行稳定,操作管理方便,整个污水站仅有3个人管理。

(4)无厌氧段,工艺简洁,设备少,投资小,占地少。由于二段法工艺没有厌氧段,且不存在污泥回流、不单设二沉池,所以没有污泥回流泵房以及污泥回流设备和二沉池刮泥设备,故整个二段法工艺流程简洁、设备少、占地少,相应的工程投资也低。

3.2.2 工艺流程说明

(1)格栅。4种污水(洗瓶废水、生活污水、釉酒废水和酒精废水)经格栅截留污水中较大的污物(瓶盖、标签、浮渣等),以降低部分污染负荷,并对污水泵起到保护作用。

(2)集水池。格栅出水进入集水池,经泵提升与中和池出水混合进入平流沉淀池。

(3)初沉池(原有)。去除密度较大的无机固体物,主要为冲灰水中的无机颗粒,减轻沉淀池的负荷。该池水力停留时间为1 h。

(4)中和池。沉淀后出水进入中和池,加入液碱中和(废碱即可)酸性废水。加碱方式采用自动定量投加,保证后序好氧处理后出水回用、外排需要。

(5)平流沉淀池。经初沉池沉淀水中较大悬浮物后,进入平流沉淀池自然沉淀2.5 h。

(6)组合池(二段生物接触氧化组合池)。组合池由一氧池、一沉池、二氧池、二沉池组成,好氧净化废水。其水力参数见表2。

表2 组合池水力参数

参 数	一氧池	一沉池	二氧池	二沉池
停留时间/min	40	60	50	60
上升流速/(m·h ⁻¹)	3.80	4.00	3.12	4.00

(7)污泥干化场。沉淀池(一沉池、二沉池)靠水压排出的泥渣,排入污泥干化场并定期外运。干化后的有机污泥作为农肥使用。

(8)供风系统。主要为一氧池和二氧池内微生物的繁殖提供足够的氧气,并可用来进行气水反冲洗、以防填料堵塞,保持生物膜的高活性。采用罗茨风机,水气比为1:10。

3.3 主要构(建)筑物及主要设备设计参数

主要构(建)筑物及主要设备设计参数分别见表3和表4。

表3 主要构(建)筑物技术参数

构(建)筑物名称	尺寸	结构型式	备 注
格栅	1.0 m×1.0 m×1.5 m	砖混	两格
集水池	7.0 m×6.0 m×4.0 m	钢混	
冲灰水初沉池	6.0 m×17 m×5.0 m	钢混	两格(原有)
中和池	8.4 m×4.0 m×4.0 m	钢混	廊道式
平流沉淀池	24 m×6.0 m×3.2 m	钢混	设刮泥机
生物组合池	32.5 m×5.5 m×4.8 m	钢混	四格
污泥干化场	10 m×6.0 m×1.0 m	砖混	两格
风机房	8.1 m×5.4 m×3.3 m	砖混	
值班室	3.0 m×4.2 m×3.0 m	砖混	

表4 主要设备

名 称	规格型号	数量
格栅	1.1 m×1.1 m	2个
污水泵	Q=120 m ³ /h, H=10 m, N=5.5 kW	2台
储碱槽	4 m×4 m×2 m	1个
三叶罗茨风机	Q=32.2 m ³ /s, P=50 kPa, N=38 kW	2台
刮泥机	HJX型, 行车式, N=2 kW	1台
污泥泵	IPN型, 50WQ	2台
污水泵	Q=8 m ³ /h, h=8 m, 8QZ-4D	2台
填料	复合填料	600 m ³

4 工程运行情况

该工程自1999年投产以来,一直运转正常,处理后出水的各项污染指标经省环境监测中心监测均达到设计要求,并于1999年11月通过了由市环保

局组织的专家验收。出水水质见表 5。

从表 5 可以看出，利用二段生物接触氧化工艺

处理制酒废水，其 COD、BOD 的去除率分别达到了 92%和 94%，取得了较好的污染物去除效果。

表 5 出水水质

日期	指标	平流池	二沉池	去除率/%	日期	指标	平流池	二沉池	去除率/%
1999-12-28	COD	505.70	27.23	97.2	2000-02-18	COD	431.26	50.96	93.7
	BOD ₅	353.61	19.45	94.5		BOD ₅	258.72	18.4	93.0
2000-01-03	COD	311.24	42.79	91.7	2000-02-23	COD	548.83	62.72	90.7
	BOD ₅	217.10	14.37	95.4		BOD ₅	345.74	28.00	89.9
2000-01-10	COD	147.82	15.56	95.2	2000-03-06	COD	1 285.74	70.56	94.9
	BOD ₅	104.95	14.71	84.8		BOD ₅	796.71	26.29	96.7
2000-01-19	COD	560.16	97.25	89.8	2000-03-15	COD	1 928.64	62.72	97.0
	BOD ₅	280.29	25.84	90.8		BOD ₅	1 079.68	30.23	97.2
2000-01-24	COD	454.72	90.16	86.6	2000-03-20	COD	1 332.87	74.48	94.9
	BOD ₅	341.04	25.92	92.4		BOD ₅	639.74	27.51	95.7
2000-01-31	COD	507.52	31.36	96.9	2000-03-29	COD	1 865.92	86.24	95.5
	BOD ₅	329.87	19.79	94.0		BOD ₅	913.85	30.07	96.6

注：除去除率外，其余项目单位均为 mg/L。

5 结论

综上所述，采用二段法工艺处理制酒废水具有投资省(投资 1 080 元/t)，占地少(0.25 m²/m³)，处理成本低，处理效果好，操作管理简便，耐冲击等优点，具有较好的推广价值。

[作者简介] 马放(1963—)，博士生导师，环境科学与工程系主任，国际臭氧协会会员，中国微生物学会会员，黑龙江省给水排水专业委员会委员。电话：0451-86282107，E-mail：wwep@sina.cn。

[收稿日期] 2005-06-16(修改稿)

(上接第 36 页)

(4)最佳的加热时间为 30 min，30 min 后呈吸附平衡状态。

(5)随着硫酸钙晶须投加量增大，除油率逐渐增加，投加量为 0.1 g 时，除油率为 48.07%，投加量 0.2 g 时，除油率为 61.20%，投加量 0.5 g 时，除油率达 97.08%，但考虑到经济方面的因素，最佳的投加量为 0.2 g。

(6)硫酸钙晶须的价格低廉，因而具有广泛的市场前景，可以用于乳化油的废水处理，具有重大的实际应用价值，硫酸钙晶须在水处理方面的应用会带来巨大的经济效益和环境效益。

[参考文献]

[1]费文丽,李征芳,王珩. 硫酸钙晶须的制备及应用评价[J]. 化工矿物与加工,2002,(9):31-32

[2]孟季茹,等. 无机晶须在聚合物中的应用[J]. 化工新型塑料, 2001,29(12):1-6

[3]葛铁军,杨洪毅,韩跃新. 硫酸钙晶须复合增强聚丙烯性能研究[J]. 塑料科技,1997,(1):16-18

[4]金辉,等. 有机膨润土处理乳化油废水研究[J]. 环境污染与防

治, 1998,20(6):11-14

[5]于尔婕,陈浩,姜安玺. 用复合絮凝剂处理含乳化油废水的试验研究[J]. 安全与环境学报,2002,2(4):3-6

[6]聂永强. 焦化厂含乳化油废水的治理研究[J]. 包钢科技,1995,(1):71-73

[作者简介] 刘玲(1979—)，辽宁石油化工大学石油化工学院在读硕士。E-mail:ling77991@tom.com,电话:0413-8735391。

[收稿日期] 2005-06-16(修改稿)

水处理动态

阳光焦化(集团)公司洗煤厂拟改造
煤泥水浓缩净化工艺

山西阳光焦化(集团)公司位于山西省河津市,最近决定对洗煤厂重选车间的煤泥水浓缩净化工艺进行改造。洗煤厂重选车间排出来的煤泥水悬浮物质量分数为 4%~5%;水量 800 m³/h,现有耙式浓缩池 3 座,厢式压滤机 4 台,加药设施齐全,絮凝剂为聚丙烯酰胺。存在的主要问题是耙式浓缩池刮泥耙架运转不正常,溢流水浓度高,厢式压滤机进液浓度低。改造工程预计投资 50 万元。

(通讯员 余承烈供稿)