

水解酸化-CASS 工艺在红霉素废水处理中的应用

周 健, 张会展, 方春玉

(四川理工学院生物工程系, 四川 自贡 643000)

摘 要: 本文介绍了水解酸化-CASS 工艺在红霉素废水处理中的应用, 系统经调试试运后出水基本上达到了国家关于制药废水排放的二级标准。为抗生素废水的治理提供了技术改造经验。

关键词: 红霉素废; 水水解酸化; CASS

中图分类号: X703.1

文献标识码: B

文章编号: 1000-3770(2006)12-0090-03

1 概 述

抗生素类药品是目前国内消耗较多的品种, 大多数属于生物制品, 即通过发酵过程提取制得, 是微生物、植物、动物在其生命过程中产生的化合物。具有在低浓度下、选择性抑制或杀灭其他微生物或肿瘤细胞能力的化学物质, 是人类控制感染性疾病、保障身体健康及防治动植物病害的重要化学药物^[1]。目前, 我国生产抗生素的企业达 300 多家, 进行工程治理的企业不多, 大多直接排放, 对水体环境造成了严重的危害, 并给周围环境造成了一定的污染。随着抗生素工业的发展, 抗生素生产废水已成为严重的污染源之一, 因此寻找一条经济、有效、合理的处理工艺显得极为重要。

四川省某一制药厂以淀粉、豆饼粉等为主要原料经发酵生产红霉素, 其废水的特点有^[2]: (1) COD 浓

度高, 其中主要为发酵残余基质及营养物, 溶媒提取过程中的萃取液, 经溶媒回收后排出的蒸馏釜残液、水中不溶性抗生素的发酵滤液以及染菌倒灌废液等; (2) 废水中 SS 浓度高, 其中主要为发酵的残余培养基和除尘废水的烟尘; (3) 存在难生物降解和有抑制微生物作用的毒性物质; (4) 水质成份复杂, 包括中间代谢产物、表面活性剂、溶媒过程所加的有机溶剂以及生产过程中所加的一些无机物; (5) 硫酸盐、金属离子和 NH_4 浓度高。废水中的各项指标如表 1 所示。

该类抗生物废水, 虽然其 $\text{BOD}_5/\text{COD} > 0.3$, 理论上属于可生化性, 但由于溶液中含有残留的抗生素和溶媒, 对微生物具有一定的抑制作用, 同时废水中含有不少生物发酵所产生的难生物降解物质, 属高浓度难生物降解废水。

表 1 红霉素废水的各项指标

Table 1 Various indexes of antibiotic wastewater

污水种类	水量 (m^3/d)	COD(mg/L)	BOD_5 (mg/L)	SS(mg/L)	$\text{NH}_3\text{-N}$ (mg/L)	pH
综合污水	2000	5500~7900	1800~3000	800~1500	140~160	6~7.5

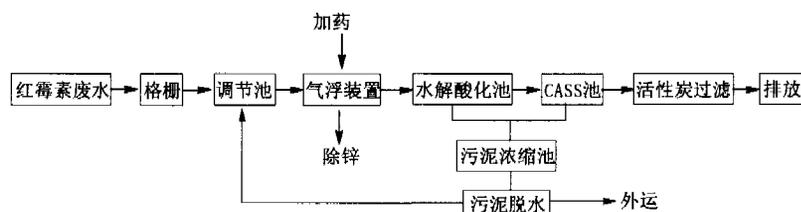


图 1 抗生素废水处理流程图

Fig.1 Technological process for treatment of antibiotic wastewater

收稿日期: 2006-01-05

作者简介: 周 健 (1963-), 男, 副教授, 硕士生导师, 主要从事环境生物技术工作

联系电话: 13990022528; E-mail: zhou11xx2000@yahoo.com.cn.

2 工艺流程与设施

针对废水上述水质特点,在小试和中试的基础上采用工艺流程如图 1 所示。

2.1 格栅

栅条间隙 10mm,规格为 1.2m×0.8m。

2.2 曝气调节池

主体尺寸 20m×3.5m×4m;有效高度 3m;结构形式为钢筋混凝土。

2.3 提升泵

25ZW8-15 污水自吸泵一台, $Q=8\text{m}^3/\text{h}$, $H=15\text{m}$, $N=1.5\text{kW}$ 。

2.4 混凝气浮装置

主体尺寸 4m×1.5m×2.5m;钢制;加药机 Y-01 2 台,加药量 5000L/h;电机功率 3 kW;刮渣机链板平流式 GN3500 1 台;运行速度 1200m/h。

2.5 水解酸化池

主体尺寸 12m×7m×9m;结构形式为钢制混凝土;填料($\phi 180\text{mm}$) 270m³;潜水搅拌机(QJB2.2) 4 台。

2.6 CASS 池

主体尺寸 29m×7.5m×6m;结构形式为钢筋混凝土。

2.7 滗水器

型号 SHS-500,数量 2 台,电机功率 0.5 kW,滗水量 500m³/h。

2.8 活性炭过滤

型号 HGL-2500,数量 3,2 用 1 备。

2.9 污泥浓缩机

型号 NSL-7,数量 1 台,电机功率 2.2kW。

2.10 污泥脱水机

型号 DYQ-500 带式脱水机,数量 1 台,电机功率 5.5 kW。

3 流程说明

机械格栅用于截留较大的悬浮物或漂浮物,以减轻后续处理构筑物的负荷,并使之正常运行,格栅需定期清理。

由于抗生素废水间歇排放,流量不太稳定,且在染菌倒灌时水质变化较大,为保证后续构筑物的稳定运废水经过格栅后首先进入调节池,以便在来水水质变化时得到缓冲。

调节后的污水经泵提升进入混凝-气浮系统,气浮池前端设有反应池,反应池中投加混凝剂,运行

过程中采用聚丙烯酰胺和石灰作为混凝剂,经气浮后污水中大量的不溶性有机物及 SS 得到去除。

气浮后的污水再次被提升进入水解酸化池,水解酸化菌为兼性厌氧菌和专性厌氧菌群,种类多、世代更替时间短、适应能力强、增殖快、代谢有机物能力强、因此它们可将不溶性大分子有机物水解酸化降解为可溶性小分子有机物,因而污水的可生化性大大提高,从而减轻了后续好氧处理的有机负荷。

水解酸化后的污水自流进入 CASS 生物处理系统。生物选择区内,絮状微生物得到了生长,而丝状菌的活性却得到了抑制,从而保持了 CASS 池中有较高的 SVI。预反应区内,污水中溶解性有机物通过酶反应迅速去除,同时主反应区的污泥回流到预反应区进行反硝化,以达到生物脱氮的目的。主反应区内,污水中绝大部分有机物、氨氮及磷被很好的除去,保障出水的全面达标。通常情况下,CASS 工艺每一操作循环有五个阶段组成。进水阶段:水解酸化后的污水自流进入 CASS 生物反应池。曝气阶段:有曝气系统向反应池内供氧,有机污染物被微生物氧化分解,同时污水中的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 硝化变为 $\text{NO}_3\text{-N}$ 。沉淀阶段:此时停止曝气,微生物利用水中剩余的 DO 进行氧化分解,反应池逐渐由好氧状态向缺氧状态转化,反硝化开始,污泥逐渐沉到池底,上层水变清。滗水阶段:沉淀结束后,置于反应器末端的滗水器开始工作,自上而下,逐层派出上清液。闲置阶段:滗水器上升到原始位置。

为保持适当的污泥浓度系统根据产生的污泥量排出相应的剩余污泥,这样反复循环操作完成污水的连续处理过程。

4 工艺调试与结果

工程的调试于 2004 年 3 月开始,采用接种污泥培养法。接种的污泥来自于前期工作的中试的驯化菌种,水解酸化池和 CASS 生物池中的接种污泥量分别为 10 吨。刚开始,水解酸化池的进水体积为 2/3,静止 36h,排出 1/3 的污水上清液进入 CASS 生物反应池。再向水解酸化反应池中注入 1/3 原污水,静止 32h,排水。如此重复操作进水、排水。连续 10d,每次的静止时间逐渐地减少,最后保持在 8h。CASS 池中,开始时曝气 24h、沉淀 5h、滗水 1h,逐渐地缩短曝气时间及沉淀时间,连续 10d 后,曝气时间控制在 10h,沉淀时间 1h,滗水时间 1h。10d 后,水解酸化池开始满负荷运行,一个月后,反应器内的污泥达到

25%左右,MLSS 约为 12000~20000mg/L,污泥基本上呈现棕黄色,污泥驯化完成。

从整个系统调试的第二个月开始,对系统的各项指标进行连续四个月的检测。结果如表 2 所示。为消除个别采样误差和化验数据误差,更好地反映整体阶段性趋势采用每半个月采样化验 5~7 次,取平均值。结果显示,废水经处理后达到了国家《污水综合排放标准》(GB8978-96)生物制药工业二级排放标准。

表 2 各项指标值

Table 2 Values of various indexes

时间			COD (mg/L)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	氨氮 (mg/L)
5月	上半月	进水	6413	2375	1059	154
		出水	90.73	20.30	51.64	12.3
	下半月	进水	5748	2017	907	149
		出水	87.94	19.97	49.81	11.2
6月	上半月	进水	6978	2517	1231	160.8
		出水	91.52	21.47	52.19	13.0
	下半月	进水	7841	2876	1427	169
		出水	93.39	22.34	55.14	12.9
7月	上半月	进水	5963	2218	1068	151
		出水	89.07	20.42	50.12	12.8
	下半月	进水	6012	2095	1091	152
		出水	89.13	18.71	50.67	12.5
8月	上半月	进水	6214	2118	1194	153
		出水	89.51	19.63	52.16	12.0
	下半月	进水	6147	2067	1129	157
		出水	90.85	19.08	51.36	12.4

调试表明,经过一个月的驯化后,系统基本上开始稳定运行,出水的各项指标都达到了设计要求。进水浓度虽然时大时小,然而出水浓度基本上波动不大,都达到了制药废水的排放标准。其中六月份上半月的进水的 COD、SS 指标比较大,那是由于染菌后倒灌而造成废水中含有大量的发酵基质和中间代谢产物,导致了废水中 COD、SS 指标的升高,而对

BOD、氨氮的指标影响不大。尽管进水浓度比较高,经过处理后出水仍能达到排放标准,说明整个系统具有较强的抗冲击负荷能力。

分析各个指标随时间变化的趋势,可以发现 5 月、6 月份进水的各项指标波动比较大,这是由于在抗生素的生产过程中底物的量不同而造成的。后经调整后,7 月、8 月份的进水各项指标基本趋于稳定,系统调试运行完成。

5 结论

红霉素废水进入气浮池后,通过调节 pH 可生成 $Zn(OH)_2$ 沉淀, Zn^{2+} 被除去。水解酸化阶段能够有效地降解废水中的复杂有机物。在水解酸化阶段,由细菌分泌的胞外酶将悬浮物、大分子胶体物质分解为小分子溶解性有机物,降低了红霉素废水中的生物毒性物质浓度,为后续的生物处理奠定了良好的基础。经过预处理和兼性水解后,废水中的抗生素效价绝大部分已被去除。水解酸化菌对废水中的 S、 NH_3 等有很强的适应能力。水解酸化工艺重点在于污染物质化学结构和性质上的改变,而不在于量的去除。填料区的功能主要在于截留出水中的 SS。CASS 反应器在好氧-缺氧-厌氧状态下周期性运行,因而具有良好的脱氮除磷效果。采用水解酸化-CASS 工艺处理红霉素废水是可行的,工艺流程短、运行管理方便、费用低、布置紧凑占地面积少、处理效果好且稳定。经过四个月的调试和运行,污水的处理效果达到了设计要求,实现了出水达标。

参考文献:

- [1] 王凯军,秦人伟.发酵工业废水处理[M].北京:化学工业出版社,2000:468.
- [2] 张丽杰,陈建中.抗生素制药废水的处理研究[J].有色金属,2003,55(3):27.

APPLICATION OF HYDROLYTIC ACIDIFICATION-CASS PROCESS IN TREATMENT OF ANTIBIOTIC PRODUCTION WASTEWATER

ZHOU Jian, ZHANG Hui-zhan, FANG Chun-yu

(Department of Biological Engineering, Sichuan University of Science and Engineering, Zigong 643000, China)

Abstract: Antibiotic wastewater hydrolytic-acidification CASS process in treatment of antibiotic production wastewater is introduced in this paper. Through debugging and trial operation for four months, it is shown that the system's effluent basically reaches the national second grade standard concerning pharmaceutical wastewater discharging, providing feasible experience for the treatment of antibiotic wastewater and its technical reformation.

Key words: antibiotic wastewater; hydrolytic acidification; CASS