

微电解-UBF-CASS 工艺处理制药废水

侯爱东^{1,2}, 王月娟², 张群峰²

(1.南京大学环境学院, 江苏 南京 210093; 2.靖江市环境保护局, 江苏 靖江 214500)

摘要: 针对某制药业废水的特点,采用了“微电解-UBF-CASS”为主体的组合处理工艺。工程运行结果表明:在进水 COD_{Cr} 为 10 000 ~ 12 000 mg/L,处理后出水 COD_{Cr} 小于 200 mg/L,平均去除率达到 98%以上,系统出水达到《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)中的二级标准。

关键词: 微电解; UBF; CASS; 制药废水

中图分类号: X7

文献标识码: B

文章编号: 1004-8642(2005)04-0016-03

Treatment of Pharmacy Wastewater by Microelectrolysis-UBF-CASS Process

HOU Ai-dong, WANG Yue-juan, ZHANG Qun-feng

Abstract: The process of micro-electrolysis-UBF-CASS was selected to treat pharmacy wastewater in the light of the characteristics of its wastewater quality. The operation results of this engineering project showed that the effluent could meet the requirement of class 2 of the National Intergated Wastewater Discharge Standard (GB8978-1996). When the influent COD_{Cr} was 10 000 ~ 12 000 mg/L, the effluent COD_{Cr} was less than 200 mg/L and the COD_{Cr} removal rate was over 98%.

Key words: Micro-electrolysis; Upflow anaerobic blanket filter (UBF); Cyclic activated sludge system (CASS); Pharmacy wastewater

江苏某药业公司是从事生物制药的专业化企业,在生产过程中排放出一定量的废水。废水实行清污分流,分为高浓度和低浓度两股废水。根据其水量、水质特点,我们开发一套高效、低耗的组合处理工艺技术,并取得了成功的应用。

1 废水水质、水量及处理要求

高浓度废水设计日处理量为 $60 m^3$,其 pH 为 3~4; COD_{Cr} 为 10 000 ~ 12 000 mg/L; BOD_5 为 2 500 ~ 3 000 mg/L; $SS \leq 500$ mg/L。低浓度废水排放量为 $60 m^3/d$,pH 为中性, COD_{Cr} 为 800 ~ 1 000 mg/L。废水处理执行《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)二级标准, pH 为 6~9, $COD_{Cr} \leq 300$ mg/L, $SS \leq 150$ mg/L。

2 废水处理工艺

2.1 处理工艺分析

就该生产废水水质而言,废水呈酸性,有机污染物浓度较高,存在一定量难生物降解物质,悬浮物浓度较高,含有一定量的色度。其水量虽小,但间歇排放冲击负荷较高,给生物处理带来一定难度,另外还有一定的低浓度废水。针对以上特点,其设计思路为:①清污分流,将高浓度废水经合并预处理后再与低浓度废水混合处理。②采用微电解反应、石灰乳中和、隔油沉

淀作为生产废水预处理措施,可达到降解高分子有机物、脱色、中和、破乳去除悬浮物等目的。③经预处理的生产废水, B/C 已基本符合生化进水条件。生化工艺首先采用能耗低、启动快的厌氧复合床反应工艺,去除大部分有机污染物,后续与低浓度废水混合采用以 CASS 工艺(循环式活性污泥工艺)为核心的好氧工艺,适用于季节性生产,可有效去除溶解性有机污染物,使废水达标排放。

2.2 废水处理工艺流程

废水处理工艺流程见图 1。

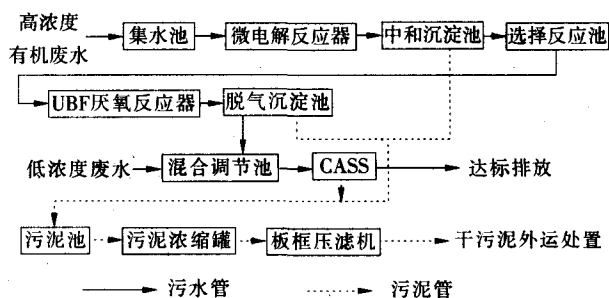


图1 废水处理工艺流程

生产过程中产生的高浓度有机废水汇入集水池,由泵提升进入微电解反应器,降解大分子有机物,提高生化性能,然后进入中和沉淀池固液分离后进入选择反应池与回流污泥混合,再用泵提升进入 UBF 厌氧复合床反应器,废水中的有机污染物在厌氧条件下得到降解,厌氧出水经脱气沉淀后流入混合调节池。低浓度废水也汇入其中,再用泵提升进入 CASS 反应器,经进

收稿日期:2005-06-28

作者简介:侯爱东(1975-),男,硕士研究生,工程师,主要从事水处理工程设计与研究工作。

一步好氧生化降解沉淀处理后达标排放。

3 主要构筑物及设备设计

3.1 微电解反应器

它是基于电化学反应的氧化还原、电池反应产物的絮凝、铁屑对絮体的电富集、新生絮体的吸附以及体层过滤的综合作用。其原理为:铁屑是铁碳合金,在废水中形成微原电池。碳的电位高,形成无数微阴极,铁的电位低,成为微阳极,自动发生微电解反应,在酸性条件下,电极反应产生具有良好的化学活性,新生态的 Fe^{2+} 和 Fe^{3+} 具有非常好的絮凝性,对SS和其它污染物有较高的去除效果。

设计采用 $\Phi 1\ 500\text{ mm} \times 4\ 200\text{ mm}$ 微电解反应器1台,A3型钢结构,内衬树脂防腐。内填铁碳填料,体积比为1:1,穿孔PVC板支撑,下进水,上出水,并通入空气以防止填料板结并具有辅助氧化作用。

3.2 中和沉淀

中和沉淀主要用于酸性物质的中和、污染物的沉淀,设计中和反应时间为20 min,沉淀池表面负荷 $1\text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$,外形尺寸为 $3\ 500\text{ mm} \times 1\ 800\text{ mm} \times 3\ 800\text{ mm}$,A3型钢结构,内衬防腐涂料,采用隔板反应,内设长为1 m孔径50 mm的聚丙烯斜管,安装倾角 60° 。

3.3 选择反应池

反应池的主要作用是充分利用活性污泥的选择性吸附和降解特性,降低水中难降解的有机物,为后续废水的厌氧生物处理创造条件。设计水力停留时间为6 h,内填悬浮生物填料。

3.4 UBF 厌氧复合床反应器

UBF是由上流式厌氧污泥床UASB和厌氧生物滤器构成的复合床厌氧反应器。其下部为高浓度污泥组成的污泥床,其混合液悬浮固体浓度高,有良好的布水系统使得废水与污泥充分接触混合。上部为填料及附着的生物膜组成的滤料层,可使生物量进一步增加,并使气泡与之发生碰撞,加速了气、水分离,减少了污泥的流失。因而具有处理效率高,启动速度快,运行稳定等特点^[1]。

设计采用中温发酵,有机负荷 $5\text{ kg COD}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$,水力停留时间为48 h,反应器采用钢制结构,外形尺寸为 $\Phi 4\ 000\text{ mm} \times 1\ 000\text{ mm}$ 。池内设布水器、立体弹性填料、三相分离器、蒸汽加温管。内部设置了新型沉淀装置,污泥沉淀、回流、气液分离在同一设备内完成,使三相分离器的构造相对简单,且效果明显。

3.5 脱气沉淀池

主要作用是吹脱厌氧出水带出的有害气体,沉

溶解氧,改善厌氧出水水质,为好氧创造条件。同时在某些不利条件下,当厌氧反应器受到冲击发生污泥流失时,脱气沉淀池能够沉淀收集污泥并回到选择反应池中,以保证厌氧反应器运行的可靠性,设计脱气沉淀时间为5 h。

3.6 混合调节池

起到调节综合废水的水量、均和水质及水解酸化的作用。在调节池中增设悬浮球型填料 10 m^3 ,它可提高BOD/COD的值,增强可生化性,填料上的生物膜,把部分难降解的大分子有机物水解成易降解的小分子有机物。设计水力停留时间为12 h,定期曝气。

3.7 CASS 反应池

工艺采用循环式活性污泥生物反应系统(简称CASS),CASS工艺是SBR工艺的改进型,其流程由进水、反应、沉淀、滗水、闲置等基本过程组成,各阶段形成一个循环。

CASS工艺的独特之处在于,它提供了时间程序的污水处理,而不是连续流提供的空间的污水处理,具有以下特点:①污泥活性高,沉降分离效果好;②CASS反应池为间歇进水和排水,高浓度污水逐步进入,耐冲击负荷;③出水水质好,去除率高;④与SBR工艺相比,其增设了选择配水和污泥回流区,具有更高的去除率和适应能力;⑤剩余污泥少;⑥降低造价,减少占地,运行费用低^[2]。

设计中采用2组CASS反应池交替运转,工艺周期:进水4 h(进水2 h后曝气),曝气时间12 h,沉淀2 h,排水2 h,闲置4 h。池体为钢砼结构,每组尺寸为 $8\ 000\text{ mm} \times 3\ 500\text{ mm} \times 4\ 500\text{ mm}$ 。

曝气为非限制性曝气方式,采用2台低噪声回转式鼓风机供气,一用一备,选用机型为HC-801S型。其性能参数为:风量为 $3.25\text{ m}^3/\text{min}$,风压为50 kPa,功率为5.5 kW,转速为500 r/min。

生化池中布气装置采用微孔曝气软管80 m。出水采用自制浮桶式滗水器排出上清液,构造简单,效果较好。剩余污泥排入污泥池。

3.8 污泥处理系统

各沉淀单元的沉淀污泥和生化单元的剩余污泥进入污泥池,再由污泥泵打入 $\Phi 1.4\text{ m} \times 3.8\text{ m}$ 的污泥浓缩罐,进一步降低污泥含水率,压入 10 m^2 板框压滤机进行压滤脱水,压滤后产生的干泥饼外运处置,清液返回调节池。

4 工程调试及运行效果

4.1 调试

本工程调试主要分为物化处理调试、厌氧调试、好氧调试。物化部分重点确定进入微电解反应器的

pH控制,中和剂石灰乳及絮凝剂PAM的投加量。厌氧反应器的启动,分接种培养驯化、试运行和负荷运行三个阶段进行,首先将接种厌氧污泥置于UBF反应器中。系统采用低负荷高去除率方式启动,通过配水,控制容积负荷,经20 d左右,菌种驯化过程中污泥生长情况良好,污泥呈黑色,沉降性能好,并有微小颗粒污泥生成。进入试运行阶段后,保证去除率逐步提高负荷直至整个处理系统进入运行阶段。好氧部分在厌氧调试一个月后同步进行,共经过近三个月的调试运行,即达到了设计要求。

4.2 运行结果

该工程运行两年来,经多次监测,系统运行稳定,各单元处理效果良好,运行工艺数据(平均值)见表1。

处理单元	pH		COD _{Cr}		BOD ₅	
	进水	出水	进水	出水	进水	出水
微电解+中和沉淀	3.5	8.2	13 540	8 925	3 218	2 986
选择反应+UBF+脱气沉淀	8.2	7.1	8 925	1 325	2 986	235
混合调节池	7.4	6.8	1169	925	364	348
CASS	6.8	6.5	925	148	348	19
排放标准	6~9		≤300		≤30	

4.3 技术经济分析

工程总投资为68.8万元,占地面积约200 m²。水处理费用为4.48元/t,去除COD费用约为0.82元/kg。

(上接第15页)

表3 电解Fenton法连续式处理清洗废水的结果

时间 (h)	电流 (A)	电压 (V)	COD(mg/L)		H ₂ O ₂ 投加量 (g/L)
			进水	出水	
0	77	24.3	178.2	-	1.5
0.5	84	24.3	-	121.5	1.01.5
1.0	84	24.3	162	89.1	1.5
1.5	91	24.4	202.6	81	1.5
0	81	24.3	113.4	-	1.5
0.5	79	24.3	-	81	1.01.5
1.0	88	24.3	145.8	56.7	1.5
1.5	91	24.4	121.5	56.7	1.5
0	91	24.2	181.4	-	0.75
0.5	124	24.2	149.8	-	0.75
1.0	139	24.2	126.2	110.43	0.75
1.5	138	24.2	141.9	118.32	0.75
0	56	24	210.3	-	1.5
0.5	75	24.1	171.4	-	1.5
1.0	85	24.1	132.4	85.7	1.5
1.5	91	24.1	-	77.9	1.5
0	60	11.9	218.1	-	1.0
0.5	60	11.9	180.4	96.48	1.0
1.0	60	11.9	165.4	82.72	1.0
1.5	60	11.9	-	78.96	1.0

3 结论

在2~3 h反应时间里,电解Fenton法的

5 结论

(1)工程运行结果表明:采用微电解-UBF-CASS组合工艺处理生物制药废水,工艺先进,技术合理,处理后出水能稳定达到《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)中的二级标准,对类似废水治理具有一定的参考价值。

(2)实际运行中,进水水质有时超过了设计要求,但出水仍能达到排放标准,证明了系统耐冲击负荷能力强,生化处理单元运行效果稳定,能较好地适应水质的变化。在厌氧前设置微电解预处理单元,厌氧与好氧之间设置吹脱沉淀池、缺氧兼氧单元,可更好地提高废水的可生化性,保证了整个工艺中生物处理效率。

(3)本工程设计中除钢制设备外,所有水池均组合建设,且操作房建在地下水池上,降低投资、节约占地面积。

[参考文献]

- [1] 买文宁. 生物化工废水处理技术及工程实例[M]. 北京:化学工业出版社,2002.
- [2] 张 统. 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,2002.

(责任编辑 胡燕荣)

COD平均去除率为55.7%,H₂O₂的最大投加量为3.75 g/L废水,而传统Fenton法的COD平均去除率为23.7%,H₂O₂的投加量为5.45 g/L废水。因此,采用相同的反应时间,较少的H₂O₂投加量,电解Fenton法的COD去除率要比传统Fenton法的高。

(2)健鼎公司目前对于电解Fenton法处理线路板生产废水的试验尚处于小试阶段,运用于实际生产中还需进一步的试验,但通过本试验说明,对于线路板生产中产生的不适宜生化处理的有机废水,采用Fenton氧化法处理有良好的处理效果。

[参考文献]

- [1] 钟 理. 高级氧化处理有机污水技术进展[J]. 工业水处理, 2002,22(1):1~4.
- [2] 肖羽堂. 光-Fenton试剂预处理低浓度H₂SO₄废水[J]. 中国给水排水,2002,18(7):48~50.
- [3] 钟恒文. 生污泥的Fenton氧化处理[J]. 中国给水排水, 2003,19(8):46~47.
- [4] 韦朝海. Fenton试剂催化氧化降解含硝基苯废水的特性[J]. 环境科学,2001,22(5):60~64.
- [5] 王宝贞. 水污染治理新技术-新工艺、新概念、新理论[M]. 北京:科学出版社,2004.

(责任编辑 胡燕荣)