

深度处理维生素制药废水的中试研究

高静¹, 王治江^{1,2}, 王道涵¹, 岳瑞校³

(1. 辽宁工程技术大学 资源与环境工程学院, 辽宁 阜新 123000; 2. 辽宁省环境保护厅, 辽宁 沈阳 110000; 3. 北京某环保设备安装有限公司, 北京 100000)

摘要: 维生素制药废水经过初步生化处理后,出水水质无法满足要求,具有难降解、COD 和氨氮浓度高的特点,针对这些特点,本文采用“强化复合曝气水解酸化→高效厌氧复合反应→流离生物接触氧化”连续工艺深度处理维生素制药废水,研究其可行性。处理规模为 7.2 m³/d 的中型试验结果表明:强化复合曝气水解酸化能使进水 B/C 值由 0.33 提高到 0.48,提高下一步生化反应的处理效率,当进水 COD_{Cr} 的浓度为 150~641 mg/L,氨氮浓度为 6~115 mg/L 时,平均去除率分别达到 84.28%、93.8%,出水 COD 浓度小于 50mg/L,氨氮浓度小于 5 mg/L,出水水质能够达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB18918-2002 中的一级 A 指标,该连续工艺深度处理此类废水具有可行性和稳定性。

关键词: COD; 氨氮; 可生化性; 维生素制药废水

中图分类号: X703.1

文献标识码: A

文章编号: 1672-643X(2012)01-0026-04

Pilot study on vitamins pharmaceutical wastewater advanced treatment

GAO Jing¹, WANG Zhijiang^{1,2}, WANG Daohan¹, YUE Ruixiao³

(1. College of Resources and Environmental Engineering, Liaoning Technical University, Fuxin 123000, China;

2. Department of Environmental Protection Bureau of Liaoning Province, Shenyang 110000, China;

3. Co., Ltd. of Environmental Protection Equipment Installation in Beijing, Beijing 100000, China)

Abstract: Vitamins pharmaceutical wastewater was not able to meet the water quality requirements after a preliminary biochemical treatment because of the features with hard-biodegraded, high COD and ammonia nitrogen. According to these characteristics, the paper adopted hydrolysis acidification and aggrandizement with compound aeration→efficient and anaerobic combination reaction→displaced biological contact oxidation continuous process to deal with the wastewater of vitamin pharmaceutical deeply and study its feasibility. The medium-sized test which processing scale was 7.2 m³/d showed that hydrolysis acidification and aggrandizement with compound aeration process can be made B/C value raise from 0.33 to 0.48, improving next step's biochemical treatment efficiency, when entering water COD_{Cr} concentration was 150 to 641 mg/L, ammonia nitrogen was 6 to 115 mg/L, the average removal rate can be achieved 84.28%, 93.8% respectively, the effluent water COD concentration can be less than 50 mg/L, ammonia nitrogen concentration can be less than 5 mg/L, achieved the first class of A of the Discharge Standard of Pollutants for Municipal wastewater Treatment Plant (GB18918-2002). Last of all, the continuous process on advanced treatment of such wastewater possess feasibility and stability.

Key words: COD; NH₃-N; biodegradability; vitamins pharmaceutical wastewater

1 概述

东北某制药厂主要生产维生素类药品及食品和饲料添加剂等,其产生的废水具有浓度高、色度深、气味重、强酸性、温度高等特点,因此经过自身污水处理厂的初步生化处理后,出水水质仍无法满足要

求,组分复杂且含有大量难以生化降解的物质、出水 COD 及氨氮浓度高,因此对废水进行深度处理有重要的意义^[1-5]。

所谓维生素废水深度处理是将二级生化处理后的出水进一步用物理、化学或生物法处理,去除废水在二级处理中没有除去的溶解性污染物及悬浮物,

收稿日期:2011-09-01; 修回日期:2011-09-14

基金项目:国家水体污染控制与治理科技重大专项课题资助(2008ZX07208-009)

作者简介:高静(1986-),女,辽宁阜新人,硕士研究生,从事工业废水处理技术研究工作。

通讯作者:王治江(1958-),男,河北沧县人,博士,高级工程师,从事生态、农村环保信息、国际合作环保产业等工作。

以达到更加严格的排放要求,甚至可以实现水的回用。目前此类废水主要的处理方法是预处理与生化相结合,而选择合适的预处理技术,对下一步的生化处理效率有很大的影响,常用的预处理技术有气浮法、臭氧氧化法、混凝法、内(微)电解法、水解酸化法^[2-3]。

本文拟采用强化复合曝气水解酸化作为废水预处理工艺,提高废水可生化性^[6],再进一步使用“高效厌氧复合+流离生物接触氧化”相结合的生物技术处理废水,使出水达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB18918-2002中的一级 A 指标。

2 材料与方 法

2.1 中试规模及废水水质

为保证中型试验具有一定的工程模拟代表性,经综合考虑,确定中型试验规模为 7.2 m³/d,地点在企业污水处理厂下游。试验用水取自初步生化处理后的废水,废水 COD 浓度为 150~641 mg/L, BOD₅ 浓度为 45~90 mg/L, B/C 平均值在 3 左右,含

有难生化降解物质占 80%。

2.2 中试工艺及介绍

中型试验工艺流程和主要设备尺寸见图 1、表 1。主要工段组成及功能说明如下。

(1)强化复合曝气水解酸化池。强化复合曝气水解酸化反应器区别于其他同类产品,池内填充 FSB 多孔矿物质填料,填料作为微生物的载体,能够固定和截留大量的微生物,池内微曝气,使整个池内形成一种兼氧的状态,起到水解酸化的作用,产酸菌对水中的大分子难降解的有机物进行分解,提高污水的可生化性,为后续好氧生化处理及达标排放创造了有利条件^[7-8]。

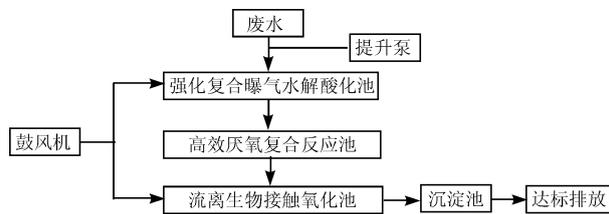


图 1 工艺流程

表 1 主要构筑物及设计参数

h, m³, m

序号	单元名称	HRT	有效容积	有效水深	池体尺寸(L×B×H)
1	配水区				0.65×1.8×2.0
2	强化复合曝气水解酸化池	15	4.6	1.7	1.5×1.8×2.0
3	高效厌氧复合反应池	17	5.2	1.6	1.8×1.8×2.0
4	流离生物接触氧化池	15	4.5	1.4	1.8×1.8×2.0

(2)高效厌氧复合反应池。在反应器内部填充新型生物填料,依靠填料使反应器内保有大量附着的生物膜以及截留大量的活性污泥,在此作用下,废水中的有机物被厌氧分解。新型的生物填料之间空隙率比较大,在根本上解决了传统 AF 反应器堵塞的问题,且供微生物栖息的空间大,处理效果好,具有较大的抗冲击负荷能力, COD 的去除率可达到 80% 以上。

(3)流离生物接触氧化池。在反应器内加入新型的球形填料—FSB 流离生物球,填料在运行过程中是以好氧、兼氧、厌氧状的多变环境发生,水从填料体内穿过,将脏水净化。同时,彻底解决了污泥膨胀的问题,提高了系统的抗冲击负荷能力,使氧的利用率提高至 16%,不产生污泥, COD_{Cr} 去除率达 70%~98%, BOD₅ 去除率达到 85% 以上,流程十分简化,占地面积小,基建费用低,运转费用省,可自动化程度高,无需过滤出水可直接达到排放的标准。

2.3 中试启动

该系统的启动过程可分为三个阶段:污泥驯化期、提高负荷期和满负荷运行期。系统的接种污泥取自药厂污水处理厂压缩污泥。接种后反应器内有效污泥质量浓度约为 10 g/L。随后向高效厌氧复合反应池和流离生物接触氧化池注满清水,进行曝气,控制 2 mg/L≤DO≤4 mg/L,为补充营养,向池中适当加入葡萄糖和磷等物质,使池内的 COD_{Cr} 保持在 400 mg/L 左右,闷曝 3d 后向池内投加部分 20% 浓度的工业废水。10 d 之后,为了验证强化复合曝气水解酸化池污泥是否驯化完成,是否具有降解大分子和不溶性有机物的作用,向池中投入一定量的淀粉,结果证明效果良好,且池内填料上生长出部分膜,此时开始连续进水,并逐步提高负荷。经过 20 d 后,厌氧池内的膜生长较好,将厌氧池曝气关掉,开始正常运行。设备开始连续运行后,取样测定进水及各反应池出水浓度。系统开始满负荷运行后,稳定运行十天。

3 中试结果及分析

系统稳定运行后,开始对出水 COD 及氨氮浓度进行监测,每天每隔 2h 取样一次,取其中每天上午 10 点取样的结果进行分析。

3.1 系统对废水中 COD 的去除效果

(1)可生化性的影响。强化复合曝气水解酸化池作为废水预处理池,主要起着提高废水可生化性的作用。B/C 监测值见图 2。由图可见,B/C 平均值由 0.33 提高到 0.48,最突出的为从 0.38 提高到 0.71,提高率为 45%,这主要是水解酸化菌利用 H_2O 电离的 H^+ 和 OH^- 将有机物分子中的 C-C 打开,一端加入 H^+ ,一端加入 OH^- ,可以将长链水解为短链、支链成直链、环状结构成直链或支链,使结构复杂的有机物分解,提高污水的可生化性。而且随着进水 COD 浓度的变化,B/C 值没有什么明显的影响,这是因为水解菌的作用没有受到影响,说明水解池长期运行在低浓度范围还有很大潜力,证明强化复合曝气水解酸化池在提高废水可生化性方面具有稳定性。这对提高后续好氧生化处理效率是十分有利的。

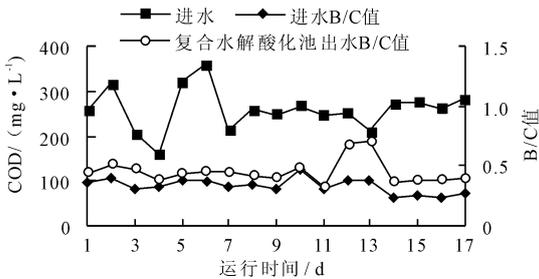


图2 B/C 值监测结果

(2)COD 的去除效果。各处理段出水 COD 浓度和 COD 总去除效果见图 3、图 4。

由图 3,强化复合曝气水解酸化池个别 COD 出水高于进水是由于进水中含有难生化降解物质多,水解菌、产酸菌对大分子或难降解物质分解,产物被重新释放到系统中,使得出水比进水还要高。其它时间段 COD 出水维持在 72 ~ 434 mg/L 之间,平均去除效率为 27%,说明水解酸化反应器起到了消减 COD 浓度和缩小波动幅度的作用。

图 4 给出了运行期间 COD 的去除情况,从图中曲线可以看出,在运行期间,流离生物接触氧化池出水 COD 良好,浓度小于 50 mg/L,去除效率最高值达到 93.67%,平均去除效率为 84.75%,这主要是由于水解池反应进行的很顺利,大部分难以生化降

解的有机物及大分子难溶物被水解菌分解为小分子物质,为厌氧反应提供了良好的外界环境,在生产沼气和稳定有机废物的整个厌氧处理过程中获得很高的效率,同时由于水解菌的预处理,好氧池处理效果也随之提高,使系统整体处理能力较好。

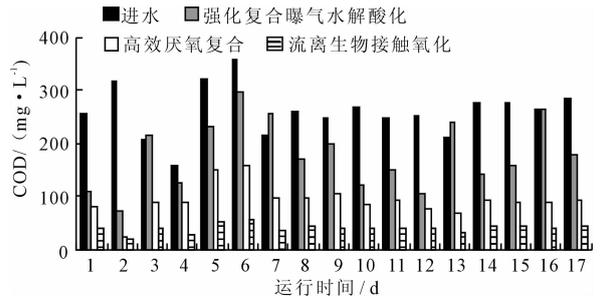


图3 COD 监测结果

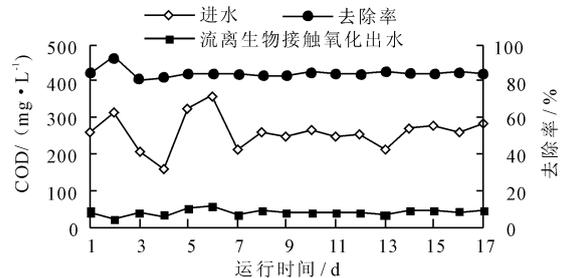


图4 系统对 COD 去除效果

3.2 系统对废水中氨氮的去除效果

系统对不同处理时间氨氮的检测结果及去除率见图 5 图 6。据图 5,污水经过强化复合曝气水解酸化池和高效厌氧复合反应池后,氨氮浓度个别上升,个别降低。浓度上升主要是因为污水在池内进行充分的氨化作用,使出水氨氮比进水有所增加;浓度降低,一方面是由于水解酸化池内微曝气,处于兼氧状态,促进硝化和反硝化的发生,另一方面是由于厌氧池内存在厌氧氨氧化的现象,使水解池出水氨氮浓度降低。

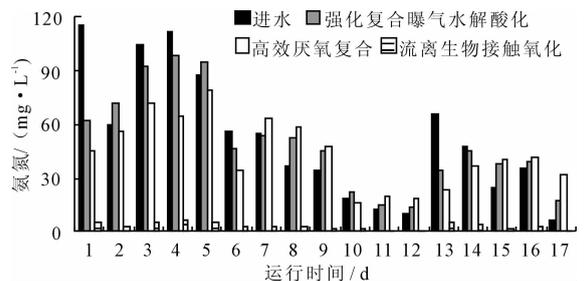


图5 氨氮的监测结果

根据图 6,在运行期间,虽进水波动很大,但生物接触氧化池出水氨氮较进水大幅下降,氨氮平均去除率为 93.8%,说明在生物接触氧化池中亚硝化菌、硝化菌活性良好,使氨氮转化为硝态氮,硝化反

应顺利进行。出水氨氮浓度最低达到 0.6 mg/L,其平均值为 3 mg/L,满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB18918-2002 中的一级 A 指标要求,可见采用该套工艺对维生素制药废水进行深度处理较为可行。

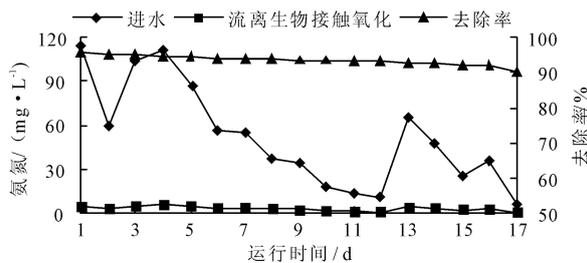


图 6 系统对氨氮去除效果

4 结 语

(1) 采用强化复合曝气水解酸化作为废水预处理池,使 B/C 平均值由 0.33 提高到 0.48,大大改善了废水的可生化性。同时对 COD 的平均去除效率为 27%,使出水浓度在 72 ~ 434 mg/L 之间,消减 COD 浓度并缩小波动幅度。

(2) 采用“强化复合曝气水解酸化→高效厌氧复合反应→流离生物接触氧化”连续工艺深度处理某维生素制药厂产生的废水,试验结果表明,出水 COD 和氨氮的浓度得到有效的控制,平均去除率分别达到 84.28%、93.8%,出水 COD 浓度小于 50 mg/L,氨氮

浓度小于 5 mg/L,达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB18918-2002 中的一级 A 指标。

(3) 采用“强化复合曝气水解酸化→高效厌氧复合反应→流离生物接触氧化”连续工艺深度处理维生素制药废水,具有可行性和稳定性。

参考文献:

- [1] 李莹,张宏伟,朱文亭,等. 维生素类制药废水处理工艺[J]. 天津大学学报,2008,2(41):153-156.
- [2] 牛娜,买文宁,沈晓华. IC-SBR 工艺处理维生素制药废水[J]. 水处理技术,2010,8(36):133-135.
- [3] 王慧芳,买文宁,梁允,等. IC 反应器处理维生素制药废水的启动试验研究[J]. 水处理技术,2009,6(35):79-81.
- [4] 干建文,沈斌,范立航,等. 膜生物反应器处理头孢类药物废水中的试验研究[J]. 医药工程设计,2010,1(31):59-61.
- [5] 姜安玺,李德强,相会强,等. 水解酸化-生物接触氧化工艺在抗生素废水处理中的应用[J]. 安全与环境学报,2002,2(2):3-6.
- [6] 伊农学,胡春风,范彦华. 水解酸化-生物接触氧化工艺在生物制药废水处理工程中的应用[J]. 水资源与水工程学报,2010,21(5):128.
- [7] 郎咸明,魏德洲,郭艳红,等. 曝气生物滤池深度处理部分制药废水的研究[J]. 安全与环境学报,2004,4(5):41-43.
- [8] 张艳芳,霍莹,张莹,等. 采用氧化-生化法处理制药废水[J]. 工业水处理,2004,24(11):63-65.

(上接第 25 页)

方便、灵活、可扩展的应用配水相关信息资源,为复杂配水问题的解决提供了一个定性定量相结合的专家研讨平台。下一步的工作主要是:①充实业务组件形成组件库,提高系统应对多种类、多模式的水资源配置问题的能力;②构建一个基于 Web 的主题图发布环境,实施主题图的共享,为更全面、更完善的配水方案的形成提供辅助。

参考文献:

- [1] 钱学森,于景元,戴汝为. 一个科学新领域—开放复杂巨系统及其方法论[J]. 自然杂志,1990,13(1):3-10.
- [2] 王寿云,于景元,戴汝为,等. 开放的复杂巨系统[M]. 杭州:浙江科学技术出版社,1996.
- [3] 宋东明,朱耀琴,吴慧中. 综合集成研讨厅问题求解过程中的问题分解研究[J]. 系统仿真学报,2009,20(9):

4927-4931.

- [4] 赵明昌,李耀东. 一个新的综合集成研讨厅软件框架[J]. 计算机工程与应用,2008,44(11):1-4.
- [5] 陈南祥,徐建新,黄强. 水资源系统动力学特征及合理配置的理论与实践[M]. 河南:黄河水利出版社,2007(6):1-76.
- [6] 解建仓,罗军刚. 水利信息化综合集成服务平台及应用模式[J]. 水利信息化,2010(4):18-22.
- [7] 申海,解建仓,罗军刚. 基于知识图的水资源配置系统的研究与实现[J]. 水电能源科学,2011,29(5):127-130.
- [8] 汪亮,解建仓,张建龙,等. 基于综合集成服务平台的动态水资源配置规划[J]. 华中科技大学学报(自然科学版),2011,39(S1):170-175.