

“UASB-生物接触氧化”技术处理阿维菌素高浓度有机废水生产装置的运行与控制

罗人明¹, 梁振青², 许伟¹, 田瑞丽¹

(1. 河北科技大学, 河北 石家庄 050018; 2. 石家庄市环保局, 河北 石家庄 050021)

[摘要]介绍了“UASB-生物接触氧化”技术处理阿维菌素废水的工艺及设计运行,并着重介绍了上流式厌氧污泥床(UASB)反应器的启动与操作控制,总结了废水处理生产装置运行与控制的要点。

[关键词]阿维菌素废水; UASB; 生物接触氧化

[中图分类号] X 703.3

[文献标识码] A

[文章编号] 1003-5095(2006)05-0049-04

阿维菌素(Avermectins)简称AVM,是由阿佛曼链霉菌(*Streptomyces avermectins*)发酵产生的8个组分组成的混合物,它是一组具有强大杀螨、杀线虫活性的16元大环内酯类化合物。AVM作为一种新型、高效、低残留生物农药,是目前我国应用最广泛的理想抗寄生虫药,其产量迅速增长。然而在AVM的生产过程中排放大量的高浓度有机废水,主要污染指标化学耗氧量(COD)等大大超出排放标准的要求,为保护环境,需要进行妥善的处理。本文总结多年来科研、设计及运行的经验,介绍阿维菌素废水处理工程的工艺及设计运行,并着重介绍上流式厌氧污泥床(UASB)反应器的启动与操作控制。

1 阿维菌素生产及废水的产生

1.1 生产工艺流程简述

AVM生产属于微生物化工,其生产过程是将阿佛曼链霉菌优质菌种接种到种子罐中扩大培养,然后将种子罐中培养好的种菌接入生产发酵罐。生产发酵罐中装有经加热灭菌后的水和淀粉、黄豆粉、无机盐等发酵材料,接种后调节适宜的温度和pH值发酵,并由空压站提供无菌空气供发酵罐微生物生长的需求,经200-240h后发酵结束,发酵液经明流板框过滤,得到含阿维菌素滤饼,滤液送至废水处理站进行处理。

发酵得到的含阿维菌素滤饼,在浸取罐中用乙醇作溶剂得到乙醇浸提混合液,入暗流板框过滤得到含乙醇的滤渣和含阿维菌素一次提取液;滤渣经水洗作为饲料添加剂出售。一次提取液和滤渣水洗

液进低压蒸馏釜蒸出乙醇后,再经脱糖、精制、重结晶后得到阿维菌素精品。

1.2 高浓度有机废水的排污节点及水质状况

阿维菌素的生产线主要产生的废水有经明流板框过滤后的发酵滤液,乙醇回收过程所产生含乙醇废水,发酵罐气水分离器排水以及车间地面和设备冲洗废水。

本文介绍的废水处理工程所在的制药厂AVM产量为100t/a,其生产线过程产生的废水的水量及污染物浓度见表1。

表1 阿维菌素生产线废水产生情况

污染源名称	排放量 / m ³ ·d ⁻¹	pH	COD / mg·L ⁻¹	BOD ₅	SS / mg·L ⁻¹
发酵液	220	4.5-5.5	35 000-40 000	24 000-28 000	280-360
发酵罐气水分离器排水	25	4.5-5.5	40 000-45 000	30 000-34 000	650-800
乙醇废水	40	6.5-7.5	6 000-8 000	3 900-5 200	200-300
冲洗废水	30	7.0-7.5	2800-3500	1 800-2 300	350-400
合计	315	5.0-5.5	28 000-33 000	20 000-23 500	300-400

1.3 阿维菌素废水的污染特点

在阿维菌素生产线中所产生的废水中成分较为复杂,污染物浓度高,属高浓度有机废水,废水中的主要成分为发酵残存的培养基、菌丝体和发酵过程中产生的代谢产物以及微量的AVM残留效价,处理难度较大。由于发酵过程同时产生低分子有机酸,因此废水中含有约2%左右的低分子有机酸,而且pH较低。废水排放属间歇排放方式。

另外在生产过程中如出现故障,废水的性质及排放量会有所改变,非正常排放的废水有两种情况:一是轻度染菌废水:由于发酵罐灭菌不彻底,带入的杂菌在发酵过程中滋生,造成轻度染菌,其发生几率可达1%-3%,染菌后使阿维菌素的回收率有所下降,但不影响正常生产,废水的水量基本没有变化,

[收稿日期] 2006-01-08

[作者简介] 罗人明(1944-),男,教授,主要从事环境生物技术、废水生化处理研究。

但污染物浓度较正常高,有机酸含量有增加。

二是染菌倒罐废液:因发酵罐严重染菌,不能正常获得阿维菌素产品,发酵罐物料要全部废弃称为倒罐,它所产生的废液,污染指标将会提高,COD 将提高 60%—70%,而且废水中的悬浮物量会增多,染菌倒罐率在千分之一以下。为防止非正常排放影响废水处理站正常运行,确保全厂废水经处理后能稳定达标排放,应设置事故贮池,贮存倒罐时排出的高浓度废水,并经预处理后分多次逐步加到废水处理站调节池与其他废水混合后处理。

2 废水处理工程流程简介

制药厂废水处理工艺流程见图 1。

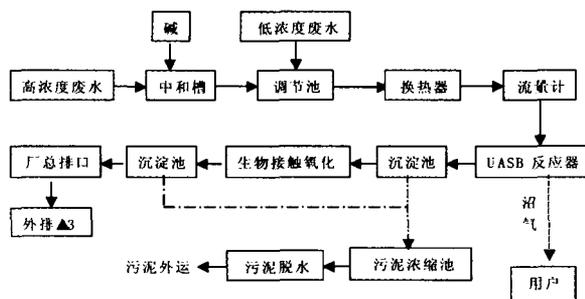


图 1 工艺流程

阿维菌素废水处理工程采用了“UASB-生物接触氧化”的工艺路线。高浓度有机废水经格栅去除较大的漂浮物后,进入中和槽,加碱调节 pH 至 7.5 左右,再进入调节池与低浓度废水稀释混合,调节废水的 COD 达到 10 000 mg/L 左右,然后废水经换热器预热后进入 UASB 反应器进行厌氧消化。厌氧反应温度均控制在 35 ± 1 °C。在厌氧反应器中靠厌氧菌群的作用将废水中有机物降解为沼气。该厂的废水处理站共有 5 台 UASB 反应器,总容积为 1 450 m³。厌氧段出水经沉淀池沉淀后进入生物接触氧化池,池内加弹性填料,微生物附着生长在填料表面,可显著增加生物量,提高处理效果。废水经以上“厌氧-生物接触氧化”两段处理后,出水 pH=7—8,COD \leq 300 mg/L,SS \leq 150 mg/L,可满足《污水综合排放标准》(GB8978-1996)表 4 二级标准的要求,可实现达标排放。

3 运行控制

3.1 污泥接种

首批投入运行的 UASB 反应器的接种污泥取自某制药厂废水处理站的带式压滤机脱水后的厌氧污泥,颜色为深黑色,VSS/SS 为 62%,最大比产甲烷速率 V_{maxCH_4} 为 80—90 mLCH₄/(gVSS·d) 反应器污泥接种

量为 30 gVSS/L。其后投入运行的 UASB 反应器主要用该工程自身积累的高活性厌氧污泥,不足部分由外厂剩余污泥补充。

3.2 启动阶段

厌氧反应器的启动阶段所要达到的目的是使接种污泥经过培养驯化,适应废水水质,达到适当的运行负荷和净化效果,使反应器顺利进入负荷运行阶段。

厌氧反应器的启动负荷为 1.0 kg COD/(m³·d),反应器进水水质 pH 8.0—8.5,COD 为 4 000—5 000 mg/L。启动初期采用间歇进水,通过调节进水量和进水 COD 浓度控制反应器运行负荷。控制条件为:当 COD 去除率大于 70%时,稳定运行 2—3 d 后,继续提高负荷,负荷提高幅度为 0.2 kg COD/(m³·d)。经过 25 d 的运行,反应器运行实现连续进水,运行负荷达到 2.02 kg COD/(m³·d),COD 去除率达到 81.17%。其间各运行参数变化情况见图 2。

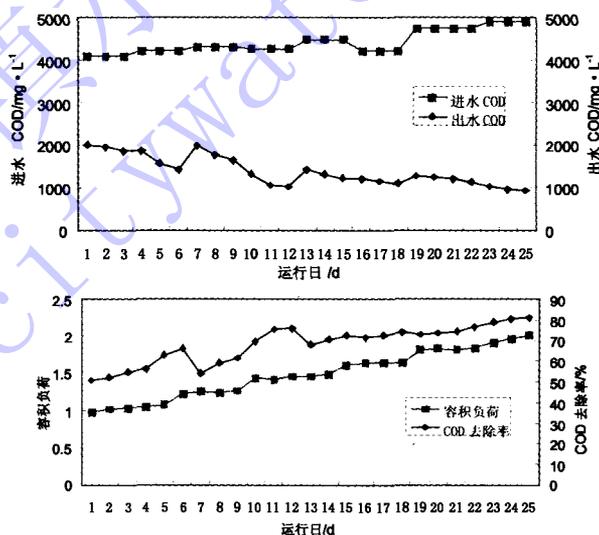


图 2 UASB 反应器启动阶段运行结果

3.3 负荷运行阶段

由启动阶段的运行结果可见,反应器中接种污泥已基本适应了 AVM 废水的水质条件,且取得了较为稳定的运行效果,在此后的运行过程中控制反应器进水 5 000—6 500 mg/L,反应器运行负荷提高靠逐渐增大反应器的进水量来实现,具体控制条件:当 COD 去除率大于 75%时,稳定运行 2—3 d,再提高负荷,负荷提高幅度为 0.5 kg COD/(m³·d),每一阶段运行 7 d。经过 42 d 运行,当反应器进水 COD 提高到 10 000 mg/L 左右,运行负荷达到 5.02 kgCOD/(m³·d),COD 去除率达到 85.76%,出水 COD 为 1 420 mg/L,沼气产率约 0.38 m³/kg COD(去除),此时基本达到

预期目的。结果见图 3。

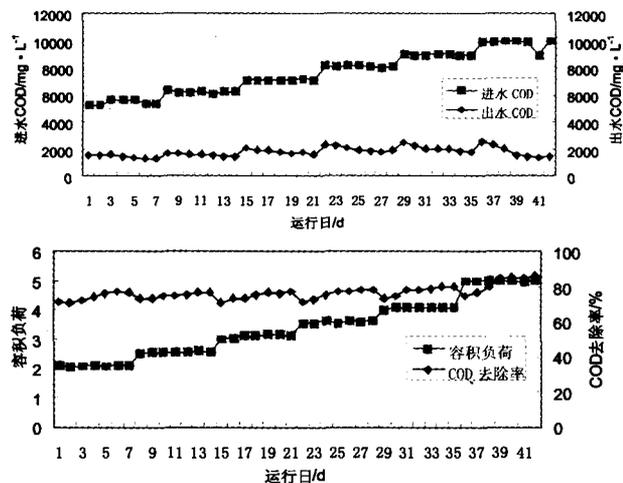


图 3 UASB 反应器负荷提高阶段运行结果

3.4 稳定运行阶段

稳定运行阶段是在达到预期设计要求的基础上,控制进水浓度和反应器负荷稳定运行,确保生产车间的废水能达到妥善处理,实现达标排放。

在正常运行阶段主要控制参数如下:当 UASB 反应器进水 COD 为 10 000—13 000 mg/L 左右,水力停留时间 40—45 h,运行负荷 6.5—7.0 kgCOD/(m³·d),COD 去除率达到 85%—90%,厌氧出水 COD 为 1 000—1 200 mg/L。

3.5 运行过程常见事故的处理

在阿维菌素废水处理工程运行过程中,常发生的事故及处理办法如下:

(1)UASB 启动期间污泥流失 在 UASB 反应器接种污泥开始培菌驯化期间,在反应器顶部可看到沉淀区液面漂浮出大量细小的污泥,并随出水流失,出水 SS 从正常的 80—120 mg/L 上升到 350—400 mg/L。如果 UASB 的进出水 COD 浓度变化不大,COD 去除率仍保持在 80%以上,而且流失污泥形态上呈现细小的分散状态的污泥则属于正常状态,这些污泥活性差,沉淀性能差,无法滞留在反应器内。经过 5—7 d 运行,漂泥现象就会自然消失,对设备的启动不会有不良影响。但如果同时伴随有 COD 去除率降低,出水 COD 浓度上升,则应适当降低水力负荷,以缓解污泥流失。

(2)进水调配不当造成冲击负荷导致出水 COD 增高 由于阿维菌素滤液 COD 浓度很高,可高达 40 000 mg/L,而运行经验证明 UASB 进水 COD 浓度应控制在 10 000—12 000 mg/L 为宜。在调节池容积较小的情况下,调控进水 COD 比较困难,有时会出现进水 COD 浓度较高,致使出水 COD 升到 2 000 mg/L

以上,而且 pH 略有下降,应马上将进水 COD 调节到 10 000 mg/L 以下,pH 调节到 7.5—8.0,并适当降低负荷,使其逐步恢复,否则出现“酸败”现象,pH 迅速降低到 6 左右,厌氧菌群受到损害,就很难恢复正常了。

(3)布水不均匀现象 本工程 500 m³的 UASB 反应器直径为 9 m,面积为 63.6 m²,布水点共计 22 个,每个布水点控制面积平均为 2.9 m²。进水通过专用的布水装置输入,在运行过程中个别布水支管堵塞就会影响全系统的正常运行,在工程日常运行时要及时检查管道的温度来判断管道是否通畅。如发生堵塞,要及时处理使其恢复正常运行,保持布水均匀。

4 结论

(1)采用“UASB-生物接触氧化”工艺处理阿维菌素废水,在选择适宜的设计参数和良好管理的条件下,可以获得良好的处理效果,工程投入运行后,经当地环境监测部门的多次监测,结果均符合《污水综合排放标准》(GB8978-1996)表 4 二级标准,即 pH:6—9,SS:150 mg/L,COD:300 mg/L,BOD₅:30 mg/L、氨氮:50 mg/L、石油类:10 mg/L。

(2)UASB 反应器控制参数为:中温发酵(35±1℃)、进水 pH 7.0—7.5、进水 COD 约 10 000 mg/L、容积负荷率 6.5—7.0 kg COD/m³·d、COD 去除率 85%—90%。

(3)采用 UASB 反应器处理阿维菌素废水应注意适当稀释进水,降低 AVM 的浓度,防止 AVM 浓度过高或 COD 负荷突然升高造成的冲击负荷影响,保证平稳运行,才能获得良好的处理效果。

[参 考 文 献]

- [1]Y. J. yoon, E.-S. Kim, Y.-S. Hwang, et al. A vermectin: biochemical and molecular basis of its biosynthesis and regulation[J]. Appl Microbiol Biotechnol, 2004(63): 626-623.
- [2]李再兴,等. UASB 处理阿维菌素废水的研究[J]. 重庆环境科学, 2002, 24(2): 49-51.
- [3]陈元彩,等. 高浓度阿维菌素废水治理与资源回收技术研究[J]. 重庆环境科学, 1999, 21(1): 40-43.
- [4]李 武. 水解-好氧生物处理工艺在制药废水处理上的应用[J]. 环境工程, 1997, 15(4): 7-8.
- [5]李再兴,等. 阿维菌素对厌氧消化的影响研究 [J]. 中国沼气, 2001, 19(1): 13-15.
- [6]耿士锁. UASB-好氧接触氧化工艺处理啤酒废水[J]. 中国给水排水, 2002, 18(10): 10-11.
- [7]孙振世,等. UASB 的启动及其影响因素[J]. 中国沼气, 2000, 18(2): 17-20.
- [8]任洪强,等. 生产性 UASB 反应器快速启动过程研究[J]. 中国沼气, 18(3): 17-21.

(下转第 57 页)