

生物膜法和 SBR 法相结合处理难降解制药废水的研究

许玫英^{1*} 曾国驱¹ 蔡小伟¹ 孙国萍^{1**} 熊裕璋² 林裕泉²

(广东省微生物研究所 广州 510070)¹

(广州光华药业股份有限公司 广州 510623)²

摘要: 采用生物膜法和 SBR 法相结合的废水处理工艺处理含抗生素类等难降解的制药废水, 对生物膜的耐冲击负荷能力、生物膜对进水可生化性的影响、生物膜对好氧 SBR 活性污泥性能的影响、pH 对系统去除效果的影响等工艺条件进行研究, 并通过与传统 SBR 处理工艺的对比试验, 进一步揭示了生物膜法和 SBR 法相结合的处理工艺强的耐冲击负荷能力。

关键词: 生物膜, SBR, 制药废水

中图分类号: Q93 **文献标识码:** A **文章编号:** 0253-2654 (2002) 03-0045-05

* 中国科学院武汉病毒研究所在职硕士研究生

** 通讯作者: 广东省微生物研究所, 510070, E-mail: ebiotech@gis.sti.gd.cn

收稿日期: 2001-04-25, 修回日期: 2001-06-30

STUDY ON THE TREATMENT OF PHARMACEUTICAL WASTEWATER BY BIOFILMS-SBR

XU Mei-Ying¹* ZENG Guo-Qu¹ CAI Xiao-Wei¹ SUN Guo-Ping¹* XIONG Yu-Zhang² LIN Yu-Quan(Guangdong institute of Microbiology, Guangzhou 510070)¹(Guangzhou Guanghua Pharmaceutical Co. Ltd., Guangzhou 510623)²

Abstract: The technology combined anoxic biofilm reactors with aerobic sequencing batch reactors was used to treat pharmaceutical wastewater which included refractory biodegradation pollutants such as antibiotic. The technique parameters such as the biofilm endurance of shock loading, the effect of biofilm on the biodegradability of influent and the properties of aerobic sequencing batch reactor activated sludge, the effect of pH on removal rate of the system were analysed. Through comparison with single biofilm and SBR without biofilm reactor, the biofilm-SBR system showed higher endurance of shock loading.

Key words: Biofilms, SBR, Pharmaceutical wastewater

制药废水是一类高色度、含难生物降解、对微生物具有抑制生长甚至毒害作用的有机废水,而且制药厂通常是采用间歇生产,产品的种类变化较大,造成了废水的水质、水量、污染物的种类变化较大,传统的厌氧-好氧生物处理工艺很难承受变化很大的水力冲击^[1]。本试验探讨了将生物膜法和 SBR 法相结合,处理含抗生素类制药废水的可行性,取得较好的效果。

生物膜法废水处理工艺随着生物膜的形成,反应器中的生物量大幅度地提高,生物膜上的微生物具有多样性,包括好氧菌、厌氧菌、真菌和藻类等,而且生物膜对抗生素、磺胺等有毒有害污染物具有明显的阻抗性^[2],为其较深层细胞提供了保护作用,具有强的水力和有机负荷冲击承受能力。序列间歇式活性污泥法(sequencing batch reactor activated sludge,简称 SBR)以其工艺流程简单、运行方式灵活、耐冲击负荷能力强等特点而被广泛地应用于多种工业废水的处理^[3]。目前,国内外已有不少应用生物膜法或 SBR 法处理制药废水的报道,但将生物膜法和 SBR 法相结合用于处理制药水的研究仍然较少。

1 试验用水与试验方法

1.1 试验用水

取自广州光华药业股份有限公司含抗生素类、磺胺类及长链碳型化合物等生物难降解污染物的制药废水,实测废水 COD 为 68.11~1236.77mg/L, BOD 为 4.4~198.12mg/L, BOD₅/COD 为 0.07~0.564,废水的水质变化很大,水中污染物的种类变化也较大。

1.2 试验装置与方法

缺氧池为圆筒形,反应器内填充直径为 2cm 左右的多孔陶珠,缺氧池的总体积为 202L,填料层的总体积为 183L,水流方向为由上向下。好氧反应装置采用 SBR,有效容积为 247L,底部放置砂芯布气头,以压缩空气为气源曝气,反应完成后经出水口排除上清液。反应在常温下进行,进水量为 94.2L/d。试验装置示意图 1。

2 填料挂膜及污泥驯化

2.1 填料挂膜

取广州光华药业股份有限公司污水处理系统中的部分污泥及污水排放口的底泥作为种泥,将营养物质加入目标废水中制备接种水,使废水 BOD₅:N:P=100:5:1。采用

接种水进行填料内部循环1d,从第2d开始以80%回流,逐渐添加新的接种水,经过近20d的培养驯化,改用目标废水直接进水,COD去除率已达35.4%,说明生物膜已基本适应了目标废水。

2.2 污泥驯化

取广州光华药业股份有限公司废水处理系统中的污泥作为种泥投入SBR反应器中,直接用缺氧池出水进行污泥驯化,以进水5h,反应8h,沉淀2h,排水5h,闲置4h的方式运行,两周后,进水COD为342.78mg/L出水COD降至94.56mg/L,去除率为72.41%;污泥各项性能指标也较好,MLSS为3.510g/L,30min沉降比为20%,污泥指数为56.98mL/g,说明SBR中的活性污泥已适应了制药废水。

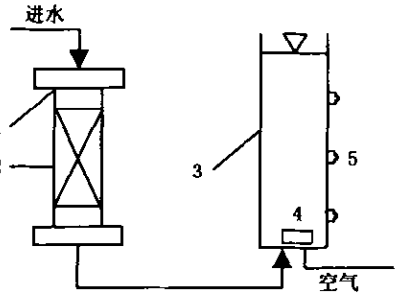


图1 试验装置示意图

1 缺氧池, 2 填料, 3 SBR,
4 砂芯布气头, 5 出水口

3 工艺条件试验

本试验的废水处理工艺采用的是缺氧生物膜法和好氧SBR法相结合,生物膜反应器的处理效率主要与填料的性能、进水的流速密切相关,而SBR的处理效率主要与反应器中的污泥量密切相关,另外,废水的pH也是影响其处理效果的重要因素。限于篇幅,本文讨论进水流速对生物膜处理效果的影响、SBR沉淀时间的选择、pH对COD去除效果的影响等几个问题,关于填料的选择等问题将另文讨论。

3.1 进水流速对生物膜处理效果的影响

不同的进水流速对填料上生物膜的形成有很大的影响,因此寻找最佳的进水流速,促进填料上生物膜的形成,对提高生物膜反应器的处理效果是极其重要的。在进水量固定为94.2L/d的情况下,分别在1, 2, 3, 4, 5, 6h的时间内进入缺氧池,观察生物膜的COD去除率,结果如图图2所示。当进水时间从1h延长到4h时,生物膜对COD的去除率随着时间的延长而提高。这可能是由于高流速的条件下生物膜中的细胞呈堆状附着,结构较简单,废水中的

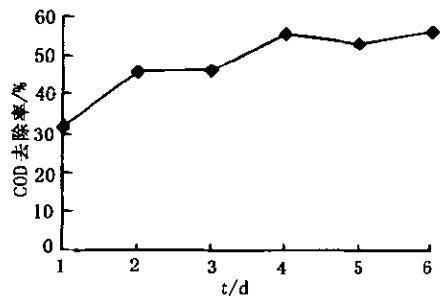


图2 进水时间对生物膜处理效果的影响

的难降解化合物无法与细胞充分地接触;而低流速的条件下,生物膜中的细胞多数呈单细胞的形态附着,并且形成群落,生物膜的结构复杂,更有利于难降解化合物在细胞中的逐步渗透和降解,因此COD的去除率高。当进水时间从4h继续延长到6h时,生物膜对COD的去除率仍然有所提高,但变化不大。结合实际操作运行和处理效果考虑,选择4h的进水时间,也即进水流速为23.55L/h将较为合适。

3.2 SBR沉淀时间的选择

选择合适的沉淀时间是保证系统中有足够的污泥,减少污泥流失的关键。在处理系统中污泥浓度较高,沉降性能较差时,测定了沉淀时间与SV%的关系,以选择合适的沉淀时间。当沉淀时间小于1h时,SV%较大,排水时污泥易流失,这不仅会引起废

水处理系统中的生物量减少,影响处理效果,而且会造成系统出水中的悬浮物含量升高,出水水质恶化。当沉淀时间达到2h时,SV%基本稳定。因此SBR沉淀时间应不少于1h。

3.3 pH对COD去除效率的影响

微生物是废水生化处理系统中发挥作用的主要成份,pH则是影响微生物活力的重要因素。微生物通常都有其生长的最适pH,只有在这个pH范围内,微生物才能发挥其最大的活力,对废水中的有机化合物进行降解。为了找到合适的进水pH,进一步提高处理系统的效率,本试验调节制药废水的pH为5,6,7,8,9,并分别进入处理系统,测定处理系统的COD去除率。pH7时处理系统的COD去除率最高,与细菌生长的最适pH相符合,这也进一步证明了细菌是废水生化处理系统中微生物的主要种群。

4 生物膜反应器对后续SBR反应器的影响

4.1 生物膜对废水可生化性的影响

废水可降解性的好与坏将对后续处理装置的处理效果有很大的影响,也将直接影响废水的最终处理效果。因此评价一个废水前处理装置的好与坏,可通过比较其对废水可降解性的影响。不同种类制药废水的可降解性相差很远,试验所用的制药废水BOD₅/COD在0.070~0.564之间波动。选取可降解性不同的废水研究生物膜对废水可降解性的影响,结果如图3所示。废水经生物膜处理后,

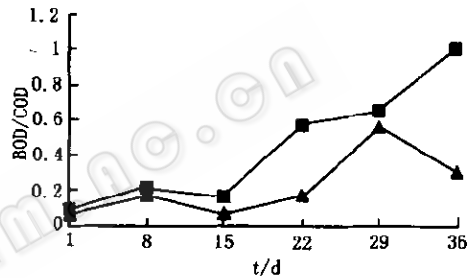


图3 生物膜对废水可生化性的影响

▲ 进水, ■ 出水

BOD₅/COD由原来的0.070~0.564提高到0.103~1.009,可降解性得到不同程度的提高。这说明了缺氧生物膜反应器能有效地将废水中生物难利用的化合物降解为生物可利用的水分子有机物,提高废水的可降解性。

4.2 生物膜法和SBR法相结合的废水处理工艺的好氧活性污泥性能

活性污泥法废水处理系统处理效果的好坏与污泥的性能密切相关,为了考察生物膜法和SBR法相结合的废水处理系统对制药废水的处理效果,本试验除了监测系统对COD的去除效果外,还监测了好氧活性污泥的浓度(MLSS)、污泥沉降比(SV₃₀)及污泥容积指数(SVI),结果见表1。当进水BOD₅/COD在0.069~1.009之间波动时,污泥浓度和COD去除率有很大的变化,但SVI皆小于60,说明经生物膜反应器处理之后,进水水质的变化对SBR的污泥浓度及其COD的去除率影响较大,但对污泥的容积指数影响不大,污泥的沉降性能很好。

表1 不同进水的SBR处理效果及其污泥性能

进水 BOD ₅ /COD	MLSS (g/L)	SV ₃₀ (%)	SVI (mL/g)	COD去除率 (%)
0.069	2.511	15	59.74	11.12
0.167	4.289	22	51.29	36.37
0.192	2.314	12	51.86	47.14
0.654	2.463	11	44.66	56.26
1.009	1.989	9	45.25	90.74

4.3 生物膜耐冲击负荷试验

由于制药厂通常是采用间歇生产,产品的种类和性质变化较大,导致废水的水质、水量污染物的种类变化也较大,为了探讨生物膜对制药废水冲击负荷的承受能力,选取了不同生产阶段所产生的废水作为进水,观察生物膜的COD去除率,结果如图4所示。在短短的半个月时间内,进水COD最低的仅为86.68mg/L,最高的达到1236.77mg/L,水质变化相当大地,经过生物膜处理后,出水COD为31.54~562.89mg/L,去除率为42.86%~74.19%。这主要是由于生物膜的形成有利于生长较慢的微生物如硝化菌、产甲烷菌、硫酸盐还原菌等的生长繁殖,有利于难降解化合物的分解,而且生物膜对抗生素等有毒有害化合物具有阻抗作用。因此,生物膜对不同性质、不同浓度的制药废水都有较高的去除效率,耐冲击负荷能力强。

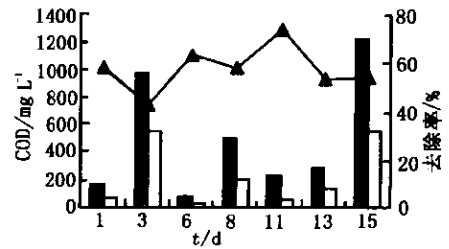


图4 生物膜的耐冲击负荷试验
■进水COD, □出水COD, ▲去除率

4.4 生物膜法-SBR法效果比较

将制药废水分别经过生物膜反应池、传统的SBR反应池和生物膜法SBR法相结合的处理装置,比较三者对COD的处理效果,结果见表2。虽然进水COD变化很大,最低的仅有157.76mg/L,最高的则高达1236.77mg/L,但经生物膜法和SBR法相结合的处理装置处理后,出水COD较稳定,均在95mg/L以下,COD总去除率在67.50%~92.31%之间,这是单独的生物膜法或SBR法所无法达到的,这说明生物膜法和SBR法相结合的处理工艺对不同的进水水质具有强的耐冲击负荷能力。

表2 生物膜法-SBR法处理制药废水的试验结果

处理方法	进水COD (mg/L)	出水COD (mg/L)	COD去除率 (%)
生物膜法	157.7~1236.77	94.55~562.89	40.07~54.49
SBR法	157.76~1236.77	81.50~305.23	55.30~75.32
生物膜法+SBR法	157.76~1236.77	31.27~94.80	87.50~98.31

5 结论

生物膜对不同性质、不同浓度的制药废水具有强的耐冲击负荷能力。含有抗生素类、可降解性很差的制药废水经缺氧生物膜处理后,可大大提高降解性。生物膜法和SBR法相结合的废水处理工艺具有强的耐冲击负荷能力,污泥性能很好,特别适宜于水质、水量波动较大的工业废水的处理。还可有效地处理含有抗生素类等生物难降解污染物的制药废水。当进水COD在157.76~1236.77mg/L之间变化时,出水COD都小于95mg/L。

参考文献

- [1] 杨军, 陆正禹, 胡纪萃, 等. 环境科学, 1997, 18(3): 83~85.
- [2] Fdey I, Libert P G. Antibiotic Resistance of Biofilms, Biofouling, 1996, 10(4): 331~346.
- [3] 王东海, 文湘华, 钱易, 等. 环境科学进展, 1999, 7(6): 38~44.