

学校编码: 10384

分类号 _____ 密级 _____

学 号: 20720061152064

UDC _____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

新型平板膜生物反应器的研发及其
废水试验研究

The Development and Wastewater Treatment Research of New
Developed Flat sheet Membrane Bio-Reactor

学 贤

指导教师姓名: 蓝伟光 教授

何旭敏 副教授

专 业 名 称: 高分子化学与物理

论文提交日期: 2009 年 8 月

论文答辩时间: 2009 年 月

学位授予日期: 2009 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2009 年 月

新型平板膜生物反应器的研发及其废水试验研究

学 贤

指导教师
蓝伟光 教授
何旭敏 副教授

厦 门 大 学

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

摘要

随着全球水资源问题的日益突显，废水回用技术是近期的研究重点。膜生物反应器作为新一代的废水处理技术具有良好的发展前景。但是由于膜造价、膜污染以及运行费用高昂等问题阻碍着膜生物反应器的广泛应用。本文主要的研究目的是研发新型的平板膜生物反应器，采用亲水性 PES 膜材料，拥有更好的抗污染性和耐化学性；采用层压技术实现膜片的自支撑无需外加板框，极大的提高了系统的填充密度同时允许反冲洗。本文通过实验测试该研发可反洗平板膜生物反应器的性能；通过中试对比试验验证反洗工艺对膜污染的控制的影响；最后，在工业化设备中使用该膜生物反应器处理市政废水，并对反洗工艺进行调整，采用化学增强反洗工艺，实现对整个工艺的优化。实验结果表明，新研发可反洗平板膜生物反应器（FSBMBR）克服常规 MBR 的一些缺点，相比传统 MBR 可以得到更好的错流流动、通量和曝气效率；反洗工艺证明对膜的污染控制有积极作用，相比无反洗的膜组件可以更好的控制膜污染。在市政废水处理中，化学增强反洗工艺可以实现系统在 $32 \text{ L}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ 的高通量下稳定运行两个多月。研发的平板可反洗膜生物反应器对生活污水和市政废水的处理结果，可以得到生活污水的 COD 去除 90%、BOD 去除率 97%和氨氮去除率在 95%以上；市政废水的 COD 去除率在 70%-90%、BOD 去除率 90%以上、总凯氏氮去除率 85%以上；两种废水处理结果都检测不到 SS 的存在，处理水质都能达到国家生活杂用水回用标准（GB/T18920-2002）。另外，通过对系统设备的优化以及工艺优化，系统能耗从最初的 2.5 KWh/m^3 下降到 1 KWh/m^3 ，大大的降低了系统的运行费用。实验证明研发的可反洗平板膜生物反应器拥有高的处理能力，更好的抗污染性同时较低的运行费用，解决了 MBR 一些固有的缺点，为其进一步工业化提供理论支持，从而更好的促进 MBR 在工业上的广泛应用。

关键词： 平板 MBR； 可反洗平板 MBR； 膜污染控制； 化学增强反洗；

厦门大学博硕士学位论文摘要库

Abstract

With the development of global clean water scarcity, the wastewater reclamation technology is becoming more and more important. Membrane Bio Reactor (MBR) as the new generation wastewater treatment technology has great development prospects. However, membrane cost, membrane fouling and high operation cost become the three major factors that hindering the wider application of MBR. The main purpose of this paper is developing a new Flat Sheet Backwashable MBR (FSBMBR) module. The FSBMBR module uses Permanent hydrophilic Polyethersulfone (PES) as the membrane material which can has good fouling resistance and chemical resistance; the laminar technology realizes the self-support of flat sheet membrane without support plate which dramatically increase the package density and the same time allow backwashing. This paper conducted a lab experiment to test the performance of the FSBMBR module and verified the effect of backwash process on membrane fouling control through a comparison pilot test in the next chapter. In the end, we applied the new MBR module on a practical municipal wastewater treatment and adjusted the backwash process to Chemical Enhanced Backwash (CEB) process as the process optimization. The result showed us that the new FSBMBR can had better cross flow activity, higher flux and aeration efficiency comparing with conventional MBR module; the backwash process had been proved in this paper having a better fouling control ability than MBR system without backwash ability; CEB process ensured the MBR system can be operated stably under $32 \text{ L}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ high flux for more than two month in the municipal wastewater treatment. The quality of permeate of FSBMBR in both domestic sewage and municipal wastewater treatment is good enough to reach the National Water quality standard for urban miscellaneous water reclamation (GB/T18920-2002). Furthermore, the energy consumption of the MBR system decreased from 2.5 KWh/m^3 to 1 KWh/m^3 through the optimization of system equipment and process. The new develop FSBMBR can have higher capacity, better fouling resistance and lower operation cost. The research in this paper provided

theoretical supports for practical application of the new develop FSBMBR thus further promote the wider application of MBR in industrial area.

Keywords: flat sheet MBR; backwashable FS MBR; membrane control; chemical enhanced backwash;

厦门大学博硕士学位论文摘要库

目 录

第一章 前 言	1
1.1 水资源状况	1
1.2 膜分离技术	3
1.2.1 微滤	5
1.2.2 超滤	5
1.2.3 反渗透 RO 膜	6
1.2.4 纳滤	6
1.3 膜生物反应器介绍	6
1.3.1 膜生物反应器基本技术原理	6
1.3.2 膜生物反应器的分类	7
1.4 膜生物反应器的历史沿革	9
1.4.1 废水生物处理的不足	9
1.4.2 膜生物反应器的发展	9
1.5 膜生物反应器的现状	12
1.5.1 膜生物反应器的优点	13
1.5.2 膜生物反应器的不足	14
1.6 膜生物反应器的未来	15
1.7 膜污染与膜清洗	17
1.7.1 污染源的类别	17
1.7.2 膜污染的影响因素	18
1.7.3 现有的膜污染控制方法	21
1.8 现有 MBR 反冲洗的研究进展	22
1.9 选题目的和意义	23
第二章 新型可反洗性膜生物反应器介绍以及性能测试	25
2.1 新型可反洗性膜生物反应器组件的研发	25

2.1.1 膜材料的选择.....	25
2.1.2 可反洗平板膜材料.....	26
2.1.3 新型膜片介绍.....	27
2.1.4 总结.....	29
2.2 膜组件的安装	29
2.3 曝气研究	30
2.3.1 曝气量.....	33
2.3.2 错流曝气.....	34
2.3.3 氧转移总系数.....	35
2.4 MBR 组件性能测试	37
2.4.1 流动阻力.....	38
2.4.2 过滤性能.....	39
2.5 结论和总结	40
第三章 可反洗平板膜生物反应器处理园区生活污水中试试验.....	41
3.1 实验介绍	41
3.2 实验部分	41
3.2.1 实验装置.....	41
3.2.2 污水来源与水质.....	42
3.2.3 测定项目和方法.....	42
3.3 结果与讨论	43
3.3.1 污泥的培养和驯化.....	43
3.3.2 COD 与 BOD ₅ 的去除效果.....	43
3.3.3 氨氮的去除.....	44
3.3.4 SS 和浊度的去除	45
3.3.5 过滤性能.....	45
3.4 结论.....	46
第四章 新型 MBR 平板膜组件处理市政废水回用的工业化研究	47
4.1 材料和方法	47
4.1.1 中试实验设备.....	47

4.1.2 样品分析.....	49
4.2 反冲洗工艺中试实验	49
4.2.1 系统运行状况.....	51
4.2.2 跨膜压差的变化.....	52
4.2.3 总凯氏氮的去除.....	53
4.2.4 BOD ₅ 和 COD 的去除.....	54
4.2.5 进水和产水的分析结果.....	55
4.2.6 过滤性能.....	55
4.2.7 系统能耗.....	56
4.2.8 结论.....	57
第五章 MBR 系统优化——化学增强反洗工艺.....	58
5.1 反洗工艺研究	58
5.2 反洗工艺调整	60
5.3 试验结果	60
5.4 跨膜压差的变化	61
5.5 产水水质分析	62
5.5.1 总凯氏氮的去除.....	62
5.5.2 BOD ₅ 和 COD 的去除.....	63
5.6 过滤性能	63
5.7 系统能耗优化	64
5.8 经济性分析	66
5.9 总结.....	67
第六章 结论	68
参考文献	70
发表的论文	79
致 谢.....	80

厦门大学博硕士学位论文摘要库

CONTENT

CHAPTER 1 Introduction	1
1.1 Water resources situation	1
1.2 Membrane separate technology	3
1.2.1 Micro-filtration	5
1.2.2 Ultra-filtration	5
1.2.3 Reverse Omosis filtration	6
1.2.4 Nano-filtration.....	6
1.3 Introduction of MBR	6
1.3.1 Basic technology principle of MBR	6
1.3.2 Classification	7
1.4 The history of MBR	9
1.4.1 Disadvantage of Bio-treatment	9
1.4.2 Development of MBR.....	9
1.5 The status of MBR now	12
1.5.1 Advantage	13
1.5.2 Disadvantage.....	14
1.6 The future of MBR	15
1.7 Membrane fouling and Cleaning	17
1.7.1 Fouling	17
1.7.2 Influence factor of membrane fouling	18
1.7.3 Cleaning method.....	21
1.8 The development of MBR backwashing process	22
1.9 Purpose and Meaning of the paper	23
CHAPTER 2 Performance of New develop backwashable MBR ..	25

2.1	The development of New backwashable MBR	25
2.1.1	Membrane Material	25
2.1.2	Backwashable flatsheet structure.....	26
2.1.3	Introduction of New developed MBR.....	27
2.1.4	Conclusion	29
2.2	Installation.....	29
2.3	Aeration.....	30
2.3.1	The volume of Aeration.....	33
2.3.2	Crossflow aeration.....	34
2.3.3	KLa coefficient.....	35
2.4	Performance test.....	37
2.4.1	Hydraulic resistance.....	38
2.4.2	Filtration performance.....	39
2.5	Conclusion	40
CHAPTER 3 Study on Domestic Wastewater treatment.....		41
3.1	Introduction.....	41
3.2	Experimental	41
3.2.1	Facility	41
3.2.2	wastewater quality	42
3.2.3	test methods	42
3.3	Result and discussion.....	43
3.3.1	Sludge domestication.....	43
3.3.2	COD and BOD ₅	43
3.3.3	Ammonia	44
3.3.4	SS and Turbidity	45
3.3.5	Filtration Performance.....	45

3.4 Conclusion	46
CHAPTER 4 Study on wastewater treatment.....	47
4.1 Material and method	47
4.1.1 Facility	47
4.1.2 Analysis	49
4.2 Backwashing process	49
4.2.1 Process condition	51
4.2.2 TMP	52
4.2.3 TKN removal	53
4.2.4 BOD ₅ and COD	54
4.2.5 anlysis result	55
4.2.6 Filtration Performance	55
4.2.7 Energy consumption	56
4.3 Conclusion	57
CHAPTER 5 Chemical enhanced Bachwash.....	58
5.1 Reserch On Backwash process	58
5.2 Adjustment of backwash process	60
5.3 Results.....	60
5.4 TMP	61
5.5 anlysis result.....	62
5.5.1 TKN removal	62
5.5.2 BOD ₅ and COD.....	63
5.6 Performance	63
5.7 Energy consumption optimize	64
5.8 Economical anlysis	66

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库