

# 膜生物反应器用于处理医院污水

张颖<sup>1</sup>, 李力<sup>2</sup>, 杨振刚<sup>2</sup>, 顾平<sup>1</sup>

(1. 天津大学环境科学与工程学院, 天津 300072; 2. 天津市兴源环境技术工程有限公司, 天津 300384)

**摘要:** 在“SARS”流行期间, 针对医院污水的特点, 膜生物反应器(MBR)采用全封闭负压运行, 对其出水进行消毒, 并对曝气尾气进行了处理。利用自控技术与公共通讯网络在远程监控中心可对MBR实施控制, 并可实时获得运行参数。该工程于2003年8月正式投入运行, 出水水质良好。

**关键词:** 膜生物反应器; 医院污水; 远程监控

中图分类号: X703.1 文献标识码: C 文章编号: 1000-4602(2005)02-0083-03

## Use of Membrane Bioreactor Process for Hospital Wastewater Treatment

ZHANG Ying<sup>1</sup>, LI Li<sup>2</sup>, YANG Zhen-gang<sup>2</sup>, GU Ping<sup>1</sup>

(1. School of Environmental Science and Engineering, Tianjin University, Tianjin 300072, China; 2. Tianjin Spring Environmental Technology and Engineering Co. Ltd., Tianjin 300384, China)

**Abstract:** During the prevalent period of “SARS”, membrane bioreactor (MBR) operated under fully enclosed state and negative pressure, and effluent was disinfected and off-gas was treated. By using auto-control technology and public communication network, the remote monitoring and control center exerted control of MBR, and then obtained real time operating parameters. The project was put into operation in August 2003 with favorable effluent quality.

**Key words:** membrane bioreactor; hospital wastewater; remote monitoring and control

2003年“SARS”流行期间, 天津市第一中心医院为了达到接收“SARS”病人的要求, 对污水处理系统进行了3方面改造: ①防止医院污水成为病毒的二次传染源; ②确保污水处理系统的安全运行; ③减轻医院污水对环境的污染。针对医院污水的特点和改造要求<sup>[1-3]</sup>, 选择膜生物反应器(MBR)作为该医院污水处理的主体工艺, 并采用负压运行、尾气处理、远程监控等技术确保其安全、稳定地运行。

### 1 工程概况

该工程采用淹没式MBR工艺, 设计处理水量为

500 m<sup>3</sup>/d, 原水COD为172~290 mg/L, NH<sub>3</sub>-N为20~35 mg/L, 色度为20~400倍, 粪大肠菌为2 × 10<sup>6</sup>个/L。工艺流程见图1。

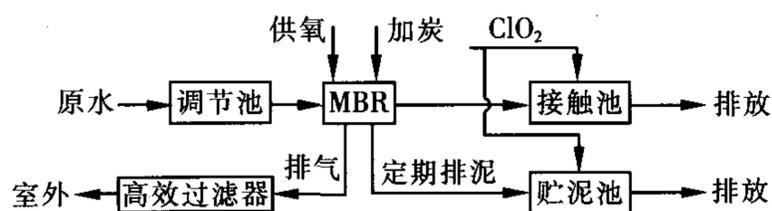


图1 污水处理系统工艺流程

Fig. 1 Process flow sheet of the wastewater treatment system

主要构筑物及尺寸见表1。

表1 主要构筑物及尺寸

Tab.1 Main structures and size

构筑物	尺寸	数量/座
调节池	230 m <sup>3</sup> (7.8 m × 7.8 m × 3.78 m)	1
MBR	84 m <sup>3</sup> (4.0 m × 7.8 m × 3.78 m)	2
消毒接触池	44 m <sup>3</sup> (3.9 m × 3.9 m × 2.88 m)	1
贮泥池	14 m <sup>3</sup> (2.2 m × 2.2 m × 2.88 m)	1
设备间	150 m <sup>2</sup>	1

MBR处理系统的装机容量及运行功率见表2。

表2 主要设备及规格

Tab.2 Main equipments and specification

项目	规格	数量/台	总功率/kW	运行功率/kW
潜污泵	Q = 80 m <sup>3</sup> /h, H = 120 kPa	2	11.00	0.92
曝气风机	Q = 3.5 m <sup>3</sup> /min, P = 49.2 kPa	2	11.00	5.50
膜冲洗风机	Q = 7.0 m <sup>3</sup> /min, P = 49.2 kPa	2	22.00	11.00
出水泵	Q = 26 m <sup>3</sup> /h, H = 120 kPa	2	4.40	1.76
排泥泵	Q = 5 m <sup>3</sup> /h, H = 100 kPa	2	1.50	0.05
应急泵	Q = 40 m <sup>3</sup> /h, H = 100 kPa	1	4.00	0
加炭泵	Q = 3 m <sup>3</sup> /h, H = 70 kPa	1	0.37	0.02
采样泵	Q = 3 m <sup>3</sup> /h, H = 100 kPa	1	0.55	0
引风机	Q = 10 m <sup>3</sup> /min, P = 400 Pa	2	1.10	0.55
ClO <sub>2</sub> 发生器	1 kg/h	1	0.75	0.75
总计			56.67	20.55

注：加炭泵的粉末活性炭投量为 8.33 kg/d。

考虑到排水的不均匀性,设调节池一座(建于地下),设计有效容积为 200 m<sup>3</sup>。池内设潜污泵 4 台(2 用 2 备)。

原水经调节池进入 MBR(2 套,安装于地上),每套 MBR 设计水力停留时间为 7 h,设计有效容积为 72 m<sup>3</sup>。膜组件采用聚偏氟乙烯中空纤维微滤膜。反应器自身设有进水、出水、曝气、排泥、排气、溢流、放空、加炭系统,各系统均由 PLC 控制,可实现远程监控。通过在线流量计和变频控制器可实现恒量出水。由于 MBR 中充氧曝气会导致部分气溶胶扩散,而污水中的病毒与致病菌也很可能混入气溶胶中,因此反应器本体全部封闭,上部采用专门的管路收集处理过程中产生的尾气,经高效过滤器处理后排放。同时引风机还可以在 MBR 中形成负压,使曝气尾气不能扩散到室外。

消毒系统采用 2 台发生量为 1 kg/h 的二氧化氯发生器(1 用 1 备)。消毒接触池采用折板式,建于地下,设计接触时间为 1.5 h,设计有效容积为 32

m<sup>3</sup>。为使废水充分接触消毒,池内设 4 个折板形成推流,以保证水中的细菌、病毒等被彻底灭活。为有效监控消毒状况,在消毒接触池的末端设置了在线余氯监测系统,保证出水余氯 > 6.5 mg/L,并将其数据传到监控中心。

贮泥池建于地下,用于存储 MBR 的剩余污泥,设计有效容积为 10 m<sup>3</sup>。为避免污染环境,贮泥池同样需加入二氧化氯消毒剂以保证细菌、病毒等不会进入市政管网。

## 2 运行情况

### 2.1 出水水质

该 MBR 于 2003 年 8 月投入运行,出水水质良好(见表 3)。

表3 水质抽样检测结果

Tab.3 Effluent quality

时间	COD/(mg · L <sup>-1</sup> )	NH <sub>3</sub> - N/(mg · L <sup>-1</sup> )	浊度/NTU	粪大肠菌/(个 · L <sup>-1</sup> )	余氯/(mg · L <sup>-1</sup> )
2003 年 8 月 25 日	16.7	0.8	0.09	未检出	≥6.5
2003 年 9 月 2 日	26.8	0.4	0.20	未检出	≥6.5
2003 年 9 月 9 日	18.4	0.3	0.12	未检出	≥6.5
2003 年 9 月 15 日	7.2	0.2	0.10	未检出	≥6.5
2003 年 9 月 22 日	14.7	0.9	0.14	未检出	≥6.5
2004 年 3 月 11 日	33.8	1.3	0.08	未检出	≥6.5
2004 年 3 月 15 日	36.4	2.9	0.05	未检出	≥6.5

### 2.2 远程监控

为了确保 MBR 的安全运行,尤其是操作人员的安全,采用了最新的远程监控技术,实现了无人值守与故障快速反应。

MBR 远程监控系统包括监测和控制两部分。远程监测可以将 MBR 的运行参数实时地传输到监控中心,而远程控制则可在监控中心对 MBR 的运行状态进行在线调整。

## 3 工艺特点与经济分析

### 3.1 工艺特点

① 消毒效果好。目前我国大部分医院污水是直接消毒后排放,只有少数医院经二级生物处理再消毒后排放。现有污水处理工艺的出水中悬浮物浓度较高,细菌与病毒可以附着或包裹在悬浮絮体中而不易被消毒剂杀灭。而 MBR 的出水悬浮物浓度非常低,细菌与病毒失去了屏障,从而易于被杀灭。

② 消毒副产物少。现有的医院污水处理系统在有机物尚未去除或去除率较低的情况下即进行消

毒处理,不仅消毒效果差,而且还会产生大量的消毒副产物。而 MBR 由于具有充分的生物降解和膜分离作用,从而大大降低了消毒副产物的生成量。

③ 剩余污泥产量低。医院污水处理产生的剩余污泥中含有大量病原微生物,如处理不当将成为二次污染源。而 MBR 的剩余污泥产量低,从而大大节省了剩余污泥的处理费用。

④ 自动化程度高,可以实现无人值守。现有医院污水处理工艺较复杂、占地面积大、设施及构筑物多、运行维护和管理的工作量大,难以实现自动化控制;而 MBR 则具有占地面积小、构筑物少、运行管理方便等优点,容易实现自动化控制。在天津一中心医院污水处理系统中不仅实现了 MBR 运行的全自动化控制,还通过公共通讯网络实现了远程监控。

### 3.2 经济分析

天津第一中心医院污水处理系统的基建投资约为 200 万元,其中包括:土建费用约 20 万元、人工费与机械费 17 万元、材料费 145 万元、其他费用约 14 万元。

MBR 系统的装机总容量约为 56.67 kW,运行功率为 20.55 kW,运行电耗为 0.95 (kW·h)/m<sup>3</sup> [电费按 1 元/(kW·h) 计],运行费用约为 1.32 元/m<sup>3</sup>,其中粉末活性炭费用为 0.05 元/m<sup>3</sup>,消毒费为 0.32 元/m<sup>3</sup> (二氧化氯原材料费为 0.29 元/m<sup>3</sup>,电费为 0.03 元/m<sup>3</sup>)。

### 参考文献:

- [1] 宋先英,包薇红. 医院污水治理技术探讨[J]. 环境导报,1999,(4):30-31.
- [2] 陈志莉,叶茂平. 医院污水处理技术[J]. 环境科学与技术,2003,26(6):49-50.
- [3] Willie G. SARS: can it be transmitted by water? [J]. Water 21,2003,(8):10-13.

电话:(022)27405059

传真:(022)27405059

E-mail:yzhang\_n@hotmail.com

收稿日期:2004-08-15

### · 信息 ·

## Ei 收录我刊 2001 年发表的部分文章

· 2001,17(11)1~4

高效产酸发酵反应器处理医药原料废水

作者: 赵丹 任南琪 马放 王爱杰 陈漫漫(哈尔滨工业大学)

董延茂(苏州城建环保学院)

· 2001,17(11)5~7

微电解消毒工艺的影响因素研究

作者: 傅金祥 赵玉华 范茂军(沈阳建筑工程学院)  
张杰(哈尔滨工业大学)

· 2001,17(11)8~12

SMSBR 处理焦化废水中的短程硝化反硝化

作者: 李春杰(上海交通大学)

耿琰 周琪 顾国维(同济大学)

· 2001,17(11)13~16

A<sup>2</sup>/O 与混凝沉淀法处理垃圾渗滤液研究

作者: 赵宗升 袁光钰(清华大学)

刘鸿亮 李炳伟(中国环境科学研究院)

· 2001,17(11)17~20

SBR 法处理城市污水的脱氮除磷功效

作者: 张可方 张朝升 方茜 伍小军 周莉萍 谭小萍  
(广州大学)

· 2001,17(11)21~23

经济全球化与供水企业的管理创新

作者: 陈晓宁 顾宇人(南通市自来水公司)

· 2001,17(11)24~26

剩余污泥处置的减量化发展方向

作者: 吴健波 刘振鸿 陈季华(东华大学)

· 2001,17(11)27~31

化学反硝化法脱除地下水中的硝酸盐

作者: 范彬 黄霞(清华大学)

· 2001,17(11)32~34

澳门地区原水及海水中的病原虫调查

作者: 范晓军 陈佩堂 Albinet F(澳门自来水有限公司)  
陈成章(中山医科大学)

· 2001,17(11)55~57

催化极谱法测定工业废水中的锑含量

作者: 闫敏 商连(长安大学)

闫斌(中国工程物理研究所)

(本刊编辑部)