



膜生物反应器 工艺设计及工程实例

主编 蒋岚岚 胡 邦 张万里



河海大学出版社
HOHAI UNIVERSITY PRESS

膜生物反应器工艺设计 及工程实例

蒋岚岚 胡 邦 张万里 主编



内 容 简 介

本书是一本专门针对膜生物反应器(MBR)工艺应用与工程设计方面的图书,主要介绍了膜生物反应器的工艺原理和工艺特点、膜生物反应器工艺应用(预处理系统、生化系统和膜系统)各单元的设计计算及系统内各类设备配置与选型、膜生物反应器工艺在城镇污水处理、垃圾渗滤液处理和小型农村生活污水处理方面的工程应用实例。本书可作为膜生物反应器工程设计、施工、管理、运行和研究人员的技术参考书,也可以作为高等院校和研究院所关于膜生物反应器工艺技术等相关内容的教学研究参考书。

图书在版编目(CIP)数据

膜生物反应器工艺设计及工程实例/蒋岚岚,胡邦,
张万里主编. —南京:河海大学出版社,2015.1

ISBN 978-7-5630-3870-1

I. ①膜… II. ①蒋… ②胡… ③张… III. ①生
物膜反应器—工艺设计 IV. ①X703

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第014196号

书 名 膜生物反应器工艺设计及工程实例
书 号 ISBN 978-7-5630-3870-1
责任编辑 杜文渊
责任校对 邓颖君 杨 丽
封面设计 渔舟设计
出版发行 河海大学出版社
地 址 南京市西康路1号(邮编:210098)
电 话 (025)83737852(总编室) (025)83722833(发行部)
排 版 南京新翰博图文制作有限公司
印 刷 虎彩印艺股份有限公司
开 本 787毫米×1092毫米 1/16
印 张 18
字 数 440千字
版 次 2015年1月第1版
印 次 2015年1月第1次印刷
定 价 58.00元

前 言

膜生物反应器(Membrane Bioreactor,简称 MBR)工艺是近年来在国内城镇污水处理工程领域快速应用发展的新型水处理技术。据不完全统计,预计到 2015 年,全国范围内万吨级以上建成投运的污水处理 MBR 工程项目将超过 60 座,累计总处理能力将超过 500 万 m^3/d ,主要分布于北京地区、太湖流域、滇池流域以及一些水资源短缺、需要实现污水再生利用的经济较发达地区。MBR 工艺与常规工艺相比,具有污染物去除能力强、抗冲击负荷、出水水质优良、运行稳定、节省占地等一系列优点。随着 MBR 技术的不断进步、膜组件性能的改善、膜制造成本的降低以及众多 MBR 工程运行经验的积累,该工艺的应用技术水平得到了长足进步,市场认可度逐步提高。在水环境标准日益严格的今天,MBR 技术已成为国内城镇污水处理领域极具竞争力的热门工艺之一。

但同时,MBR 技术的全面推广应用仍然存在不少难题,包括:MBR 长时间运行会导致膜通量的衰减,存在处理能力降低的风险;在保证处理水质的基础上如何应对水量波动较大的不利条件;如何进一步优化设计,以降低投资运行成本,尤其是电耗和药耗;膜污染如何得到有效控制,以保证系统长期稳定运行。此外,国内目前还缺乏统一的关于 MBR 工艺应用设计标准规范,这使得 MBR 工程项目的设计建设水平参差不齐。这些问题涉及到科研、技术、经济、市场推广等方方面面的因素,未来 MBR 技术的研究和推广应用仍需积极倡导,以完善技术应用体系。

本书是一本专门针对膜生物反应器(MBR)工艺应用与工程设计方面的图书,主要介绍了膜生物反应器的工艺原理和工艺特点、膜生物反应器工艺应用(预处理系统、生化系统和膜系统)各单元的设计计算及系统内各类设备配置与选型、膜生物反应器系统结构、电气和自控设计、膜生物反应器工艺在城镇污水处理、垃圾渗滤液处理和小型农村生活污水处理方面的工程应用实例。

本书由无锡市政设计研究院有限公司编写完成,参加本书编著工作的人员有:蒋岚岚、程文共同编写第一章;梁汀、胡邦、张万里、冯成军分别编写第二章~第五章;刘刚、夏斌合编第六章;石汉军、谢鸣分别编写第七章和第八章;耿震、许敏合编第九章;刘晋编写第十章;另外,还有薛敏、陈秋萍等全体人员共同编写第十一章和第十二章。全书由蒋岚岚、程文统稿,他们对本书的最终成稿付出了艰辛的劳动。

本书借鉴我院已成功设计投运的数十座 MBR 工程项目的经验,以及编者多年来设计

应用 MBR 工程的切身体会,完成编著,可作为膜生物反应器工程设计、施工、管理、运行和研究人员的技术参考书,也可以作为高等院校和研究院所关于膜生物反应器工艺技术等相关内容的教学研究参考书。在编写过程中,东南大学吴浩汀教授、南京工业大学梅凯教授针对本书重点内容的安排与编写提出了一些宝贵的意见和建议,在此表示衷心感谢;本书的出版得到了河海大学出版社的大力支持,在此也深表感谢。

由于编者水平和经验有限,书中难免有不妥之处,敬请广大读者、各位同仁批评指正。

编 者

2014 年 10 月

目 录

第 1 章 总论	1
1.1 膜的基本知识	1
1.1.1 膜的定义	1
1.1.2 膜的材料及分类	2
1.1.3 膜组件及其类型	3
1.2 MBR 技术原理及系统构建	7
1.2.1 MBR 的技术原理	7
1.2.2 MBR 的技术特点	8
1.2.3 MBR 的系统构建	8
1.3 MBR 技术研究进展和应用展望	10
1.3.1 膜生物反应器发展历史背景	10
1.3.2 膜生物反应器技术研究发展	11
1.3.3 膜生物反应器应用难点及展望	13
第 2 章 预处理系统设计	17
2.1 预处理系统综述	17
2.1.1 预处理系统构成	17
2.1.2 膜生物反应器的预处理系统	17
2.2 膜生物反应器系统的格栅系统设计	19
2.2.1 格栅形式及选择	19
2.2.2 栅网形式及格栅间隙	21
2.2.3 格栅系统配置	23
2.2.4 格栅系统设计	24
2.3 膜生物反应器系统的沉砂池设计	25
2.3.1 沉砂池形式及选择	25
2.3.2 曝气沉砂池特点	26
2.3.3 曝气沉砂池设计	27
2.4 预处理核心处理构筑物布置	27
第 3 章 生物处理系统设计	30
3.1 MBR 生物处理原理	30

3.1.1	微生物学原理	30
3.1.2	脱氮除磷原理	33
3.2	MBR脱氮除磷工艺类型	40
3.2.1	A ² O MBR工艺	40
3.2.2	A ² O/A MBR工艺	41
3.2.3	A(2A)O MBR工艺	41
3.2.4	3A MBR工艺	42
3.2.5	A/A ² O MBR工艺	42
3.2.6	S(BR) MBR工艺	43
3.3	主要工艺设计参数	44
3.3.1	基质降解动力学	44
3.3.2	污泥产率Y	45
3.3.3	污泥龄(SRT)	45
3.3.4	污泥负荷F/M	46
3.3.5	水力停留时间(HRT)	47
3.3.6	污泥浓度X	48
3.3.7	回流比R	48
3.4	工艺设计要点	49
3.4.1	进水方式	49
3.4.2	回流方式	49
3.4.3	混合液提升方式	49
3.4.4	好氧区曝气方式	50
3.4.5	需氧量及供气量计算	50
3.4.6	剩余污泥排放方式	52
3.4.7	浮渣撇除措施	52
3.5	MBR生物池工艺计算实例	52
3.5.1	设计基础数据	52
3.5.2	设计进出水水质	53
3.5.3	设计工艺参数	53
3.5.4	工艺设计计算	53
第4章	MBR膜分离系统设计	60
4.1	MBR膜组件	60
4.1.1	膜丝(片)材质	60
4.1.2	膜丝(片)性能	60
4.1.3	膜丝(片)孔径	61
4.1.4	膜元件形式	61
4.1.5	膜组件构造	61
4.2	MBR膜的污染与防治	64

4.2.1	MBR 膜的污染机理	64
4.2.2	MBR 膜的污染分类	66
4.2.3	MBR 膜的污染影响因素	67
4.2.4	MBR 膜的污染防治	71
4.3	MBR 膜分离系统总体设计	72
4.3.1	MBR 膜系统设计参数的确定	72
4.3.2	膜池设计	74
4.3.3	膜综合车间设计	76
4.3.4	膜系统运行设计	79
4.4	MBR 膜分离离子系统设计	80
4.4.1	进水、产水系统设计	80
4.4.2	污泥系统设计	82
4.4.3	膜清洗系统设计	84
4.4.4	其他辅助系统设计	85
4.5	MBR 膜分离系统设计计算案例	86
4.5.1	设计基础数据	86
4.5.2	膜通量计算	87
4.5.3	膜系统主要设备选型计算	89
第 5 章	MBR 工艺设备配置与选型	94
5.1	概述	94
5.2	预处理系统	94
5.2.1	格栅系统	94
5.2.2	沉砂系统	98
5.2.3	栅渣集中处理	98
5.3	MBR 生化处理系统	99
5.3.1	推流搅拌系统	100
5.3.2	回流系统	101
5.3.3	剩余污泥排放系统	101
5.3.4	曝气装置	101
5.3.5	曝气风机	101
5.4	MBR 膜分离系统	102
5.4.1	膜元件及膜组件	102
5.4.2	产水系统设备	103
5.4.3	清洗系统设备	103
5.4.4	辅助系统设备设计	104
5.5	管路系统	104
5.6	阀门配置	105

第 6 章 MBR 系统结构设计	106
6.1 MBR 系统结构特点	106
6.1.1 结构特点	106
6.2 结构受力分析与内力计算	108
6.2.1 荷载作用	108
6.2.2 工况组合	110
6.2.3 计算简图	111
6.3 结构配筋计算	115
6.3.1 配筋原则	115
6.3.2 底板配筋	115
6.3.3 池壁及顶板配筋	115
6.4 地基承载力及沉降验算	116
6.4.1 地基承载力验算	116
6.4.2 地基沉降验算	117
6.5 抗浮验算	117
6.5.1 抗浮措施	117
6.5.2 抗浮稳定性验算	119
6.6 构造措施	120
6.6.1 池体构造要求	120
6.6.2 伸缩缝与施工缝构造	121
6.6.3 后浇带构造	123
6.6.4 池体钢筋构造	124
6.6.5 抗浮桩与底板连接构造	125
第 7 章 MBR 系统电气设计	126
7.1 电气设计概述	126
7.1.1 MBR 系统电气设计原则	126
7.1.2 MBR 系统电气设计主要规范依据	126
7.1.3 MBR 系统电气设计主要内容	127
7.2 电气计算	127
7.2.1 负荷计算的主要内容	127
7.2.2 负荷计算	127
7.2.3 短路电流计算	128
7.2.4 改善功率因数计算	128
7.3 供配电系统	128
7.3.1 负荷等级及供电要求	128
7.3.2 供配电系统要求	129
7.3.3 低压配电线路保护	130
7.3.4 电测量仪表	130

7.4	设备选择和控制	131
7.4.1	低压电器的选择	131
7.4.2	配电装置的选择	132
7.4.3	电动机的选择	132
7.4.4	导体的选择	132
7.4.5	设备控制	133
7.5	设备布置	133
7.5.1	车间内设备布置	134
7.5.2	低压配电室布置	134
7.5.3	电缆沟、井的布置	135
7.5.4	照明设计	135
7.5.5	电缆敷设	136
7.6	接地和防雷	137
7.6.1	接地	137
7.6.2	防雷	137
7.7	电气节能	138
第 8 章	MBR 自动控制系统设计	140
8.1	自控系统综述	140
8.1.1	自控系统的设计原则	140
8.1.2	自控系统构成	140
8.1.3	MBR 自控系统	142
8.2	控制原理说明	142
8.2.1	预处理系统控制原理	142
8.2.2	生化池系统检测原理	143
8.2.3	膜抽吸系统控制原理	143
8.2.4	鼓风机系统控制原理	145
8.3	自控系统设计	146
8.3.1	设备控制系统	146
8.3.2	仪表检测系统	148
第 9 章	垃圾渗沥液处理 MBR 技术应用	150
9.1	垃圾填埋场渗沥液特点分析	150
9.1.1	渗沥液的水量特点	150
9.1.2	渗沥液的水质特点	150
9.2	垃圾填埋场渗沥液 MBR 处理方法综述	151
9.2.1	MBR 技术处理垃圾渗沥液概述	151
9.2.2	外置式与内置式 MBR 的比较	152
9.2.3	填埋场渗沥液处理工艺应满足的条件	154

9.3	渗沥液外置式 MBR 处理系统工艺设计	155
9.3.1	渗沥液处理系统工艺方案流程设计	155
9.3.2	工艺流程各工艺单元去除率	156
9.3.3	污染物去除论证	156
9.3.4	各主要处理单元工艺设计	157
9.4	主要设备选型	161
9.4.1	设备选型的原则	161
9.4.2	射流曝气器	161
9.4.3	膜组件	162
9.5	季节变化及处理量变化应对措施	163
9.5.1	季节(气温)变化应对措施	163
9.5.2	水量变化应对措施	163
9.5.3	水质变化应对措施	163
第 10 章	小型农村污水处理 MBR 技术应用	165
10.1	农村生活污水特点及处理现状	165
10.1.1	国内农村生活污水处理现状	165
10.1.2	农村生活污水的特点	165
10.1.3	国内农村生活污水处理工艺介绍	166
10.1.4	MBR 法处理农村生活污水的适用性分析	169
10.2	MBR 法处理小型农村污水工程设计	170
10.2.1	处理规模	170
10.2.2	设计进出水水质	170
10.2.3	场址选择	170
10.2.4	工艺流程	171
10.2.5	总图布置	172
10.2.6	工艺参数	173
10.3	配套工程设计	174
10.3.1	中水回用	174
10.3.2	污泥处置	174
10.3.3	景观设计及出水展示	174
10.4	运行管理与操作维护	175
10.4.1	运行维护	175
10.4.2	运行管理成本	176
10.5	太湖流域某农村生活污水处理工程设计案例	177
10.5.1	工艺流程及总平面布置	177
10.5.2	主要构筑物及参数设计	177
10.5.3	技经指标	178

第 11 章 MBR 系统运行及分析	180
11.1 MBR 系统调试运行及分析	180
11.1.1 工艺流程与 MBR 反应池简介	180
11.1.2 设计水质及参数	181
11.1.3 MBR 系统调试运行方案	181
11.1.4 调试效果及经验总结	184
11.1.5 运行效果及分析	185
11.1.6 MBR 系统存在的问题分析与探讨	187
11.1.7 MBR 系统调试运行建议	188
11.2 MBR 工艺污水处理效果及影响因素分析	188
11.2.1 设计简介	188
11.2.2 进出水水质及运行效果	188
11.2.3 影响膜系统运行效果的指标分析	189
11.2.4 影响膜系统运行效果的分析结论	191
11.3 MBR 工艺污水处理效果随季节变化的规律	192
11.3.1 设计简介	192
11.3.2 实际运行效果	193
11.3.3 处理效果随季节变化规律	194
11.3.4 处理效果随季节变化规律的讨论	196
11.3.5 处理效果随季节变化规律的结论	196
11.4 两段缺氧 A(2A)O-MBR 工艺污水处理系统降解特性研究	197
11.4.1 两段缺氧的 A(2A)O-MBR 工艺简介	197
11.4.2 两段缺氧的 A(2A)O-MBR 组合工艺对污染物的降解特性分析	198
11.4.3 两段缺氧的 A(2A)O-MBR 组合工艺对污染物的降解特性分析结论	200
11.5 温度对膜生物反应器运行效果的影响分析	201
11.5.1 设计简介	201
11.5.2 温度对 MBR 运行效果的影响分析讨论	202
11.5.3 温度对 MBR 运行效果的影响分析结论	205
11.6 后置缺氧 A ² O/A-MBR 工艺脱氮除磷特性研究	205
11.6.1 后置缺氧 A ² O/A-MBR 工艺简介	205
11.6.2 后置缺氧 A ² O/A-MBR 组合工艺脱氮除磷特性分析	206
11.6.3 后置缺氧 A ² O/A-MBR 组合工艺脱氮除磷特性分析结论	209
11.7 三种两段缺氧 A ³ O-MBR 工艺脱氮除磷效率分析	210
11.7.1 两段缺氧 A ³ O-MBR 工艺简介	210
11.7.2 两段缺氧 A ³ O-MBR 工艺脱氮除磷效率分析	211
11.7.3 两段缺氧 A ³ O-MBR 工艺脱氮除磷效率分析结论	212
11.8 一体化 MBR 工艺运行与清洗效果分析	213
11.8.1 梅村污水厂二期工程 MBR 系统简介	213
11.8.2 运行效果分析	213

11.8.3	电耗分析	214
11.8.4	膜污染情况分析	215
11.8.5	膜清洗效果分析	216
11.8.6	结论	217
第 12 章 工程实例		219
12.1	一体化 MBR 工艺处理城镇污水的工程设计	219
12.1.1	工程概况	219
12.1.2	设计水质	219
12.1.3	工艺流程	219
12.1.4	主要建、构筑物设计	220
12.1.5	工艺设计特点	223
12.1.6	工程投资分析	223
12.2	多种两段缺氧 A ³ O-MBR 工艺在污水处理工程中的应用	223
12.2.1	两段缺氧的基本原理	223
12.2.2	MBR 工艺开发两段缺氧的理论依据	223
12.2.3	各种两段缺氧的 A ³ O-MBR 工艺形式比较分析	224
12.2.4	工程实例介绍	226
12.2.5	两段缺氧 A ³ O-MBR 工艺应用结语	227
12.3	污水处理厂一体化 MBR 技术改造设计	227
12.3.1	工程背景	227
12.3.2	一体化 MBR 现状介绍	227
12.3.3	技术改造设计	228
12.3.4	设计体会	230
12.4	膜生物反应器(MBR)工艺在城市污水处理厂中的工程应用	230
12.4.1	工程概况	230
12.4.2	设计水质与工艺流程	230
12.4.3	主要构筑物设计	231
12.4.4	设计特点	233
12.5	低碳源污水处理厂应用 MBR 工艺设计	234
12.5.1	工程概况	234
12.5.2	生物处理段工艺原理	234
12.5.3	主要建、构筑物设计参数	235
12.5.4	运行效果	237
12.5.5	结论	237
12.6	大型平板膜 MBR 工程应用实例分析	237
12.6.1	工程概况	238
12.6.2	设计水质与工艺流程	238
12.6.3	主要构筑物设计	238

12.6.4	处理效果分析	240
12.6.5	运行药耗分析	240
12.6.6	结语	241
12.7	无锡市某城镇污水处理厂扩建工程 MBR 工艺设计	241
12.7.1	工程概况	241
12.7.2	设计水质与工艺流程	241
12.7.3	主要建、构筑物设计(都有一个鼓风机房)	242
12.7.4	运行效果	244
12.7.5	设计体会	244
12.8	无锡市梅村污水处理厂二期工程设计	245
12.8.1	设计进水水质	245
12.8.2	设计出水水质	245
12.8.3	工艺流程	245
12.8.4	工程设计	246
12.8.5	经济分析	247
12.8.6	设计特点	247
12.8.7	结论	247
12.9	大跨度一体式膜生物反应池结构设计	248
12.9.1	工程概况	248
12.9.2	结构设计	249
12.9.3	结语	252
12.10	一体化 MBR 池施工技术措施	252
12.10.1	工程概况	252
12.10.2	施工技术措施	252
12.10.3	结语	255
12.11	无锡市桃花山生活垃圾卫生填埋场渗沥液处理工程实例	255
12.11.1	工程背景	255
12.11.2	水量与水质	255
12.11.3	处理工艺与设计	256
12.11.4	工程投资及运行成本分析	259
12.11.5	工程设计总结	259
12.12	无锡市桃花山垃圾填埋场渗沥液预处理工程设计	260
12.12.1	处理量及进出水水质	260
12.12.2	工艺流程	260
12.12.3	厌氧反应器设计	261
12.12.4	MBR 反应器设计	261
12.12.5	设计总结	263
12.13	宜兴市尹家村农村污水处理工程设计	263
12.13.1	污水量测算	264

12.13.2	进出水水质标准	264
12.13.3	工程设计	264
12.13.4	调试运行	266
12.13.5	工程投资及运行费用估算	267
12.13.6	结论	267
12.14	宜兴市杨巷镇某村生活污水处理工程设计	267
12.14.1	工程概况	267
12.14.2	工艺选择	268
12.14.3	工程设计	268
12.14.4	结语	270
12.15	无锡阳山镇某村生活污水处理工程设计	271
12.15.1	工程概况	271
12.15.2	工艺选择	271
12.15.3	主要构筑物及设计参数	273
12.15.4	调试运行	273
12.15.5	工程投资及运行费用估算	274
12.15.6	结论	274

第 1 章

总 论

膜生物反应器(Membrane Bioreactor,简称 MBR)是膜技术和生物处理技术组合而成的废水处理新工艺,主要由膜组件和生物反应器两部分构成。它是污水生物处理技术和膜分离技术有机结合的一项新技术。

膜分离技术是用半透膜作为选择障碍层,允许某些组分透过而保留混合物中其他组分,从而达到分离目的的技术。回顾膜分离技术的发展历史,首先出现的是微滤膜(MF)和超滤膜(UF),此后出现的是反渗透膜(RO),最后出现了纳滤膜(NF)。超滤膜(UF)的概念由 Schmidt 于 1681 年提出,1936 年 Ferry 对 UF 做了详细的介绍,美国的 Amicon 公司首先进行了商业化生产;Zsigmondy 于 1918 年提出了微滤膜(MF)的制造方法,1925 年德国 Sartorius 公司成为第一个生产 MF 的厂家;1960 年美国加利福尼亚大学的 Loeb 和 Sourirajan 教授成功制备出了第一张具有高透水性和高脱盐率的不对称反渗透膜(RO),是膜分离技术发展的一座重要里程碑。自此以后,不仅在膜材料范围上有了极大扩展,而且在制膜技术、组件结构及设备研制方面也取得了重大进展。这些进展又大大促进了微滤和超滤技术的发展,使整个膜分离技术迅速向工业化应用迈进。目前,膜分离技术已在电子工业、食品工业、医药工业、污水处理、环境保护和生物工程等领域中得到广泛应用。

近年来,随着膜生产技术的不断提高,生产成本的逐步降低,膜分离技术在污水处理领域的应用,特别是与生物反应器相结合的膜生物反应器(Membrane Bioreactor,简称 MBR)作为一种新型、高效的污水处理技术在国内外均受到了广泛关注。以膜技术的高效分离作用取代活性污泥法中的二次沉淀池,达到了原来二沉池无法比拟的泥水分离和污泥浓缩效果,从而可以大幅度提高生物反应器中的混合液浓度,使污泥龄延长、剩余污泥量减少、出水水质显著提高,特别是对悬浮固体、病原细菌和病毒的去除效果尤为显著。与其他污水处理技术相比,膜生物反应器技术先进、占地面积小、污水处理效果稳定,有着很大的环境效益、社会效益和经济效益。合格的膜生物反应器出水无须消毒,即可达相关的卫生标准。该技术处理生活污水,出水可达杂用水标准,为缺水地区的水资源再生利用提供了可靠的新方法。同时,该技术对含油和生物难降解等工业废水处理也取得了很好的效果。

但是,目前膜材料的价格偏高,投资较大,运行费用较高这些问题要结合膜材料的研制、膜生物反应器的深化研究和开发逐步完善,不断创新,使该技术更具竞争力。

1.1 膜的基本知识

1.1.1 膜的定义

目前,关于膜还没有一个精确的、完整的定义。广义的“膜”是指分隔两相界面,并以特

定的形式限制和传递各种化学物质,其厚度可以从几微米(甚至到 0.1 微米)到几毫米。它可以是均相的或非均相的;对称型的或非对称型的;固体的或液体的;中性的或带电荷的;膜的传递过程是主动的或被动的;动力可以是压力差 Δp 、浓度差 Δc 或电位差 $\Delta \Psi$ 。

膜可以看作是一种材料,这种材料允许某些物理或化学组分比其他组分更易于透过。与被截留组分(最后形成的浓缩液)相比,膜对于可透过组分(最后的透过液)的渗透性更强,即具有选择透过性,而选择透过性的高低取决于膜孔径。膜在很多流程中被用来去除水中的固体或溶解性污染物,而允许“纯净”的水通过。在一些流程中膜可以被用来传输气体,如无泡供氧膜生物反应器;在一些流程中膜可以被用来从污水中萃取污染物质,如萃取膜生物反应器。

1.1.2 膜的材料及分类

膜可以用许多不同的材料制备,具有足够的机械强度,能维持高的通量,具备较高的选择透过性,膜可以是固相、液相甚至是气相的,目前使用的膜绝大多数是固相膜。

广泛用于污水处理的膜主要是由有机高分子材料做成的,如聚烯烃类、聚乙烯类、芳香族聚酰胺、聚醚砜、聚氟聚合物等。

纤维素是自然界中广泛存在的天然资源,纤维素及其衍生物作为膜材料已具有相当长的历史,在膜工业中起着举足轻重的作用。由于一般的疏水聚合物制成的膜在应用过程中吸附溶质而容易被污染,因此稳定的亲水聚合物就日益引起重视。近几年,各种高性能、功能化的纤维素膜是纤维素科学研究开发中的一个热点。最常见的就是纤维素及其衍生物如纤维素酯,包括醋酸纤维素、三醋酸纤维素、三丙酸纤维素、乙基纤维素、硝酸纤维素以及混合酯,如醋酸-丁酸纤维素。纤维素主要用作透析膜材料,醋酸纤维素和硝酸纤维素主要用于微滤和超滤,而三醋酸纤维素则用作脱盐过程中的反渗透膜。可以说纤维素是最重要的一类有机膜材料。但是,由于在较高温度、酸性或碱性条件下纤维素类膜容易水解,也易被许多微生物分解,所以纤维素类膜的耐久性较差。

无机膜是固态膜的一种,它是由无机材料,如金属、金属氧化物、陶瓷、多孔玻璃、沸石、无机高分子材料等制成的半透膜。无机膜材料具有耐高温、耐强酸强碱和有机溶剂、耐微生物腐蚀、机械强度高优点,因此,在废水处理中,特别是一些对环境要求比较苛刻的工业废水处理中应用较多。目前,玻璃已被广泛用于制备中空纤维式的反渗透膜,陶瓷与金属用于制备超滤膜和微滤膜。

现在,用于制备膜的材料已达数十种,具体见表 1.1:

表 1.1 膜材料分类

有机材料	纤维素类	二醋酸纤维素、三醋酸纤维、醋酸丙酸纤维素、硝酸纤维素等
	聚酰胺类	尼龙-66、芳香聚酰胺、反向聚酰胺酰胺等
	芳香杂环类	聚哌啶酰胺、聚酰亚胺、聚苯并咪唑、聚苯并咪唑酮等
	聚砜类	聚砜、聚醚砜、磺化聚醚砜等
	聚烯烃类	聚乙烯、聚丙烯、聚丙烯丙烯腈、聚乙烯醇、聚丙烯酸等
	硅橡胶类	聚二甲基硅氧烷、聚乙烯基三甲硅烷
	含氟聚合物	聚全氟磺酸、聚偏氟乙烯、聚四氟乙烯等
	其他	聚碳酸酯、聚电解质
无机材料	陶瓷	氧化铝、氧化硅、氧化锆等
	玻璃	硼酸盐玻璃
	金属	铝、钯、银等