

MBR 膜/ESMBR 膜设计说明书

(KJ-ESMBR-SH70 真正可在线清洗 MBR 膜片)

警告：1. 下载内容只适合于凯洁膜的膜组件性能使用设计参考，由于凯洁膜对于不同用途的膜组件所使用膜丝料的结晶度、膜丝的壁厚、膜丝的孔隙率、膜丝的拉伸比及膜丝的材质均不相同。如其它公司的膜组件按此设计书设计造成膜组件断丝损坏，我公司不承担任何责任。

2. 以下内容只是设计内容并不是使用说明书,只作为广大用户提供计算自吸泵、风机、管道、膜片数量与成本，凯洁膜公司的膜组件使用说明书与视频培训资料是经过大量的工程实践与大量的工程失败经验中总结与修改过来的，在公众场合不便公布请见谅，如用户需要可与我公司技术部联系索要/0571-88964750。

3. 凯洁公司 MBR 膜片产品主要分为 2 大类：

A. PP、X60 抗污型高孔隙率改性聚丙烯 MBR 膜片；

B. 增强型 PVDF-MBR 膜片；

C. 外置式膜生物反应器 PVDF 可拆悬挂式 MBR 膜柱及系统；

(如用户需要 MBR 产品使用、设计等视频培训资料可电话联系我公司，我公司以电子邮件的形式提供最新版“视频培训资料”。)

第一章 膜-生物反应器介绍

膜-生物反应器工艺 (MBR 工艺) 是膜分离技术与生物技术有机结合的新型废水处理技术，也称膜分离活性污泥法。它利用膜分离设备将生化反应池中的活性污泥和大分子有机物质截留住，水力停留时间 (HRT) 和污泥停留时间 (SRT) 可以分别控制，而难降解的物质在反应器中不断反应、降解。一方面，膜截留了反应池中的微生物，使用池中的活性污泥浓度大大增加，使降解污水的生化反应进行得更迅速更彻底，另一方面，由于膜的高过滤精度，保证了出水清澈透明从而省掉二沉池。因此，膜-生物反应器工艺通过膜分离技术大大强化了生物反应器的功能。与传统的生物处理方法相比，具有生化效率高、抗负荷冲击能力强、出水水质稳定、占地面积小、排泥周期长、易实现自动控制等优点，是目前最有前途的废水处理新技术之一。

使用膜生物反应器（MBR/ESMBR）膜片时注意事项：

（膜片使用寿命：三分在于膜产品本身质量，七分在于工艺能否被正确设计与用户是否正确使用膜产品）

1. 使用与安装前必须仔细阅读产品使用说明书，并按产品使用说明书进行安装与使用。
2. 膜片使用时初始通量往往会大于设计透过液量，有时会大于设计透过液量的好几倍，但我公司规定在任何时候不得超过我公司规定的设计透过液量，那怕是使用压力在最佳使用压力范围内透过液量也不允许超过设计透过液量。具体压力调节可在自吸泵的进水口与出水口装一个内循环阀（旁通阀）即可。

X60 抗污型高孔隙率改性聚丙烯 MBR 膜片：

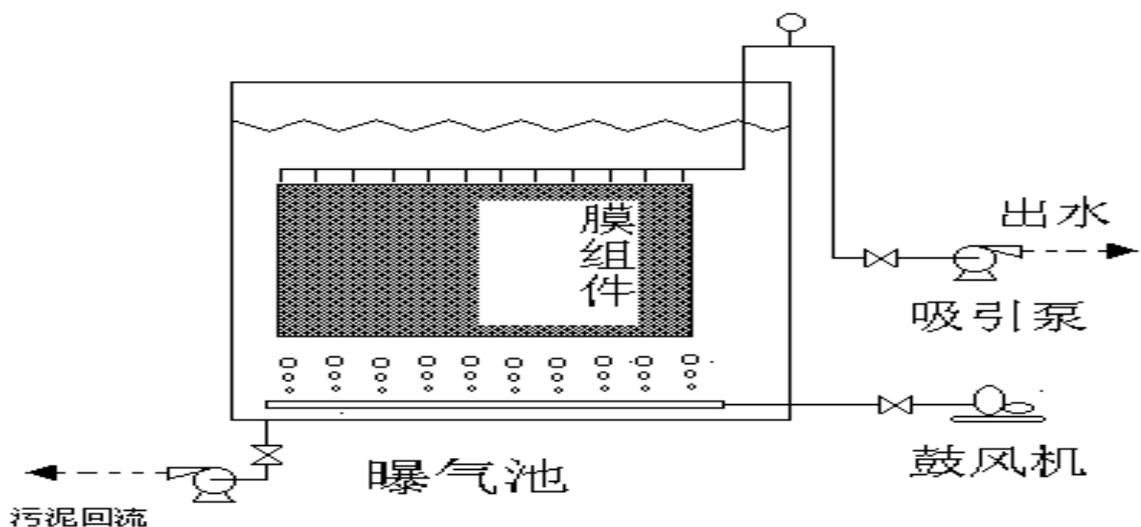
（KJ-ESMBR-S16 设计通量：1.3T/D；KJ-ESMBR-SH70 设计通量：5.0 ~6.0T/D, 生活污水处理时设计按 6.0T/D,工业废水处理时设计按 5.0~5.2T/D。）

增强型 PVDF-MBR 膜片：

（KJ-MBR(2)-13-PVDF 设计通量：4.0~5.0T/D；KJDF3290A(KJDF2590A-32) 设计通量：10~12.5T/D；KJDF4390A 设计通量：13.7~17T/D-除生活污水处理外,其它必须按下限设计）

3. 在 MBR 运转初期，污泥会有起泡现象，如需加消泡剂，严禁使用硅胶系列消泡剂，请使用高级乙醇系列消泡剂。MBR 系统出水运行 7 分钟（即自吸泵运行 7 分钟），停止 1 分钟（即自吸泵停止 1 分钟，空曝 1 分钟）。

一、膜-生物反应器的结构



一体式 MBR 流程图

二、膜-生物反应器特点

- 能够高效的进行固液分离，分离效果远好于传统的沉淀池，出水水质良好，出水悬浮物和浊度接近于零，可直接回用，实现了污水资源化。
- 膜的高效截留作用，使微生物完全截留在反应器内，实现了反应器水力停留时间（HRT）和污泥龄（SRT）的完全分离，使运行控制更加灵活稳定。
- 反应池内的微生物浓度高，可达到常规活性污泥法的 2~3 倍，耐负荷冲击。
- 有利于增殖缓慢的硝化细菌的截留、生长和繁殖，系统的硝化效率得以提高，运行方式的控制亦有脱氮和除磷的功能。
- 泥龄长。膜分离使污水的大分子难降解的成分在体积有限的生物反应器内有足够的停留时间，大大提高了难降解有机物降解效率。反应器在高容积负荷、低污泥负荷、长泥龄下运行，可以实现基本无剩余污泥排放。
- 系统可实现全自动化控制。
- 占地面积小，工艺设备集中。

三、MBR/ESMBR 帘式膜片活性污泥浓度 MLSS:

建议使用范围 5000-6000mg/l(min:3000 mg/l,max: 8000 mg/l). 尽可能地把污泥回流至好氧池或好氧部分。

注：当污泥浓度高于 8000 mg/L 时，必须进行排泥，使污泥浓度维持在正常范围。

第二章 X60 抗污型改性聚丙烯膜-生物反应器产品介绍

一、膜-生物反应器专用膜片

复合聚丙烯（进口 PP/X60 抗污型改性膜丝）中空纤维微孔膜材料，具有优良的机械性能、化学稳定性能，是用于膜-生物反应器最合适的膜材料之一。

主要性能指标如下：

膜材质/膜丝类型：进口 PP / X60 抗污型改性膜丝

膜外径：580~600 μm

膜壁厚：40~50 μm

膜孔径：0.1~0.2 μm

X60 膜丝透气率 $>8.0 \times 10^{-2}$ ($\text{cm}^3/\text{cm}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{cmHg}$)

纵向强度：120 MPa

孔隙率：40~50%

出水浊度： $<0.2\text{NTU}$

设计通量：**1. KJ-ESMBR-S16(15.75m²/片)** 1.3t/d

按 1.3T/D 进行设计

2. KJ-ESMBR-SH70(70m²/片) 5.0~6.0t/d

生活污水按 6.0T/D 进行设计；工业废水按 5.0~5.2T/D 进行设计

独特的编织结构、在污水处理应用中整体运动，减少了断丝和污堵的可能性，大大延长了膜片的使用寿命。

【MBR 膜堆尺寸及设计通量】(以 KJ-ESMBR-SH70 为准)

膜堆型号	膜面积及膜片数	膜设计通量	不锈钢 MBR 膜机架：长 X 宽 X 高 (mm)
KJ-ESMBR-50	700M ² /10 片	50~60T/D (除生活污水处理外，其它必须按下限设计)	1050X990X1800
KJ-ESMBR-100	1330M ² /19 片	100~114T/D (除生活污水处理外，其它必须按下限设计)	1860X990X1800
KJ-ESMBR-150	2030M ² /29 片	150~174T/D (除生活污水处理外，其它必须按下限设计)	2760X990X1800
KJ-ESMBR-200	2660M ² /38 片	200~228T/D (除生活污水处理外，其它必须按下限设计)	3570X990X1800

注：膜机架尺寸由于选用方钢的不同，尺寸可能会稍有偏差。

二. X60 型抗污改性 PP 中空纤维膜是最适合于 MBR 技术应用的膜材料之一，主要基于以下性能特点：

1、 **膜的强度高：** 由于 X60 抗污型改性聚丙烯中空纤维膜的制备方法采用的是“熔融挤出、拉伸成型”的制膜方法，聚丙烯大分子规则取向，因而膜的强度高，在高强度曝气和定期的化学清洗过程中，膜不容易断裂。

2、 **膜的化学稳定性能好：**

X60 抗污型改性聚丙烯中空纤维膜生产过程中，没有投加任何添加剂和致孔剂等，因而化学稳定性能好，可以采用强酸或者强碱清洗。可以采用含氯消毒剂清洗，以清除膜表面的大量微生物污染。化学清洗后的流量回复性好。

三、MBR/ESMBR 帘式膜片运行方式:

1. 间歇出水方式:

MBR 系统出水运行 7 分钟（即自吸泵运行 7 分钟），停止 1 分钟（即自吸泵停止 1 分钟，进行空曝 1 分钟）

四、膜片应用前的处理

若客户购买的是未亲水的疏水膜片或者在运输过程中膜片失水了，在使用前需对膜片进行亲水处理。处理方法是使用 95% 以上的工业酒精浸泡约 10 分钟，为防止酒精挥发然后采用清水浸泡。亲水完后若不立即使用，应密封包装以保持膜丝的湿润。

第三章 PVDF 膜-生物反应器产品介绍

【凯洁大流量 PVDF 膜片产品结构及性能参数】

膜 片 组 件 参 数	产品型号	KJ-MBR-13-PVDF	KJ-MBR2-13-PVDF	KJ-MBR2-17-PVDF	KJDF4390A	KJDF3290A	KJDF2590A-32	
	纯水测试通量 (25°C 0.1MPa, 按单位面积测算)	1.55t/m ² ×12.75m ² = 9.8t/h	1.55t/m ² ×12.75 m ² =19.8t/h	1.55t/m ² ×17.27m ² =26.76t/h	1.55t/m ² ×43.6m ² = 67.58t/h	1.55t/m ² ×32.5 m ² =50.37t/h	1.55t/m ² ×32.5 m ² =50.37t/h	
	生活污水设计通量	5.0~7.8t/d	5.0~7.8t/d	6.7~10t/d	17~26t/d	12.5~20t/d	12.5~20t/d	
	工业污水设计通量	4.0~5.8t/d	4.0~5.8t/d	5.3~7.8t/d	13.7~20t/d	10~15t/d	10~15t/d	
注：“设计通量值”关系到 MBR 膜的使用寿命，未经书面许可必须按下限设计。凯洁经 10 多年的 MBR 膜运行实践中证实，按下限设计可使 MBR 膜的使用寿命与清洗周期延长 2.0 倍以上。								
组件: 宽 B X 长 A (mm)	655(含连接件宽 度)X1550	575(含连接件宽 度)X1550	575(含连接件宽 度)X2050	1300X2000	1300X1510	1250 X2000		
膜丝大约厚度	30mm	35mm	35mm	40mm	40mm	30mm		
密封胶方式	密封胶-切头-人工 粘接	一次密封胶成型（与同类进口膜片相同方法：绝不脱胶）						
出水口直径	DN15 内丝	DN15 内丝	DN15 内丝	DN20 内丝	DN20 内丝	DN15 插接式 与 SADF2590A/ 60E0025SA 互换		
进气口直径	DN15 内丝	DN15 内丝	DN15 内丝或 不设膜内进	DN15 内丝	DN15 内丝			

				气口				
物理相对膜面积	20 m ²	20 m ²	20 m ²	66.90 m ²	50 m ²	50 m ²		
有效膜面积	12.75 m ²	12.75 m ²	17.27 m ²	43.6 m ²	32.5 m ²	32.5 m ²		
壳体材质	ABS/UPVC	ABS/UPVC	ABS/UPVC	ABS/UPVC	ABS/UPVC	ABS/UPVC	ABS/SS304	
是否适合单片人工拿出化洗	一般	适合/很轻	适合/很轻	一般	适合/较轻	一般		
中空纤维膜材质	PVDF (增强型)	PVDF (增强型)	PVDF (增强型)	PVDF (增强型)	PVDF (增强型)	PVDF (增强型)	PVDF (增强型)	
截留孔径	0.1um	0.1um	0.1um	0.1um	0.1um	0.1(0.4) um		
中空纤维膜外径	2.4mm	2.4mm	2.4mm	2.4mm	2.4mm	2.4mm		
使用寿命	3-8 年	3-8 年	3-8 年	3-8 年	3-8 年	3-8 年		
PH 值耐受范围	2-13	2-13	2-13	2-13	2-13	2-13		
典型工艺条件	运行方式	负压吸附 (Negative pressure suction)						
	最大跨膜压差	-0.08MPa	-0.08MPa	-0.08MPa	-0.08MPa	-0.08MPa	-0.08MPa	
	出水周期	出 8min, 停 2min			出 7min, 停 1min			
	最大反洗压力	0.1MPa	0.1MPa	0.1MPa	0.1MPa	0.1MPa	0.1MPa	
	化学灭菌药剂	次氯酸钠 (NaClO)						
	化学清洗周期	6-12 个月	6-12 个月	6-12 个月	6-12 个月	6-12 个月	6-12 个月	
化学清洗药剂	柠檬酸、氢氧化钠、次氯酸钠							
注: 1、表中技术参数均为标准条件下的出厂检验值, 由于不同条件及水质会产生不同的效果, 本表数值只为设计参考用; 2、所有 PVDF 膜片均可以按客户的尺寸及接口样式进行定制; 3、表中产水流量是指产品用于 MBR 技术处理污水时的产水流量, 实际工程应用中请来电咨询。								

【凯洁大流量 PVDF 膜堆产品性能参数】 (本表格以 KJDF43(32)90A 为准)

膜堆型号	有效膜面积及膜片数	膜堆设计通量	膜堆湿重	MBR 膜堆尺寸 (mm) 长 X 宽 X 高
KJ-MBRMD-50T	162m ² /5 片 -3290A	50~62t/d	120kg	576X1416X2000
KJ-MBRMD-100T	325m ² /10 片-3290A	100~125t/d	230kg	976X1416X2000
KJ-MBRMD-205T	654m ² /15 片	205~255t/d	428kg	1426X1416X2450
KJ-MBRMD-300T	959m ² /22 片	300~374t/d	630kg	2056X1416X2450
KJ-MBRMD-342T	1090m ² /25 片	342~425t/d	720kg	2400X1416X2450
KJ-MBRMD-493T	1570m ² /36 片	493~612t/d	1018kg	3316X1416X2450

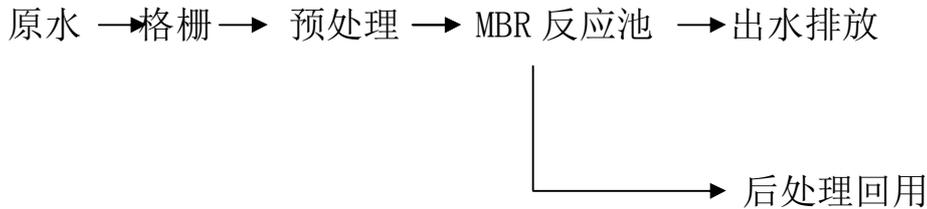
注: 1.如采用 KJDF3290A 时, MBR 膜堆高度为 2000mm,相同的膜片组装时, 宽度与长度均不变, 设计通量按上表的单片设计量 X 数量。

2.表格中膜堆的设计通量值: 下限为工业污水设计通量, 上限为生活污水设计通量。

第四章 膜-生物反应器的设计

4.1 MBR/ESMBR 技术应用的工艺流程

MBR 技术在污水处理中应用的标准处理过程如下：

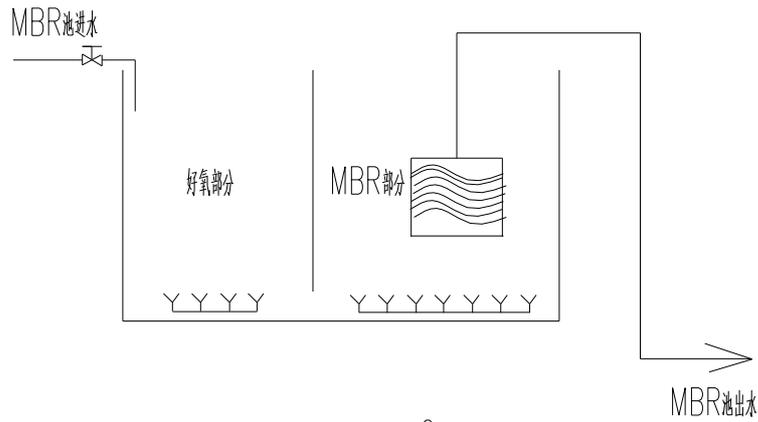


- 格栅用于去除大颗粒的固体杂质，如生活垃圾、泥砂等，需要定期清理。
- 预处理：根据处理废水的情况，可以是“絮凝、沉淀，水解酸化、兼氧、接触氧化或者其他必要的物理、化学处理措施”。采用什么样的预处理过程，必需根据污水的类型、水质情况等确定。

4.2 MBR/ESMBR 池的设计

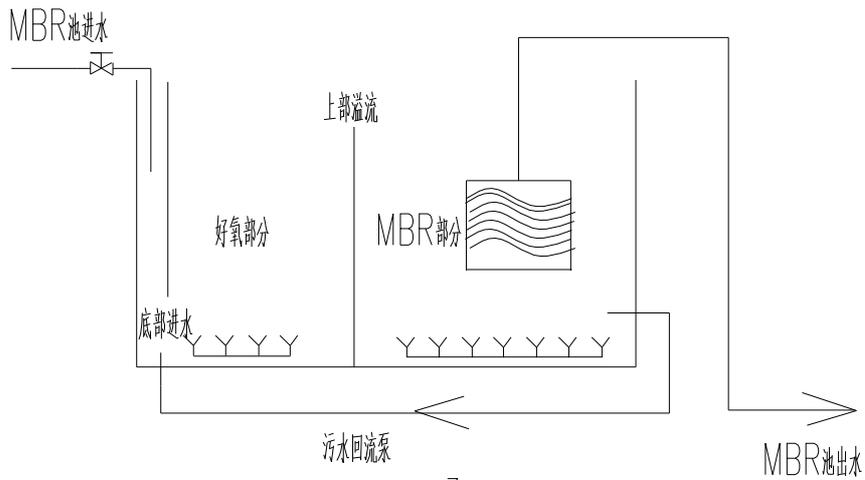
MBR/ESMBR 池是该技术应用设计工艺过程的关键部分。一方面，在 MBR 池内进行好氧生化反应。另一方面，膜的过滤和截留污泥的作用也在 MBR 池内实现。

MBR 池建议设计成两格，有利于废水被均匀地被抽吸出去，使废水在 MBR 池内不出现短路现象。



图例2

注：用户如有条件尽可能地在 MBR 部分与好氧部分配上一个污泥回流泵，当 MBR 部分的污泥浓度高于好氧部分的浓度时应开启污泥回流泵尽可能把污泥回流至好氧部分，这样不但可提高出水水质而且还大大延长 MBR 膜片的使用寿命与化学清洗周期。



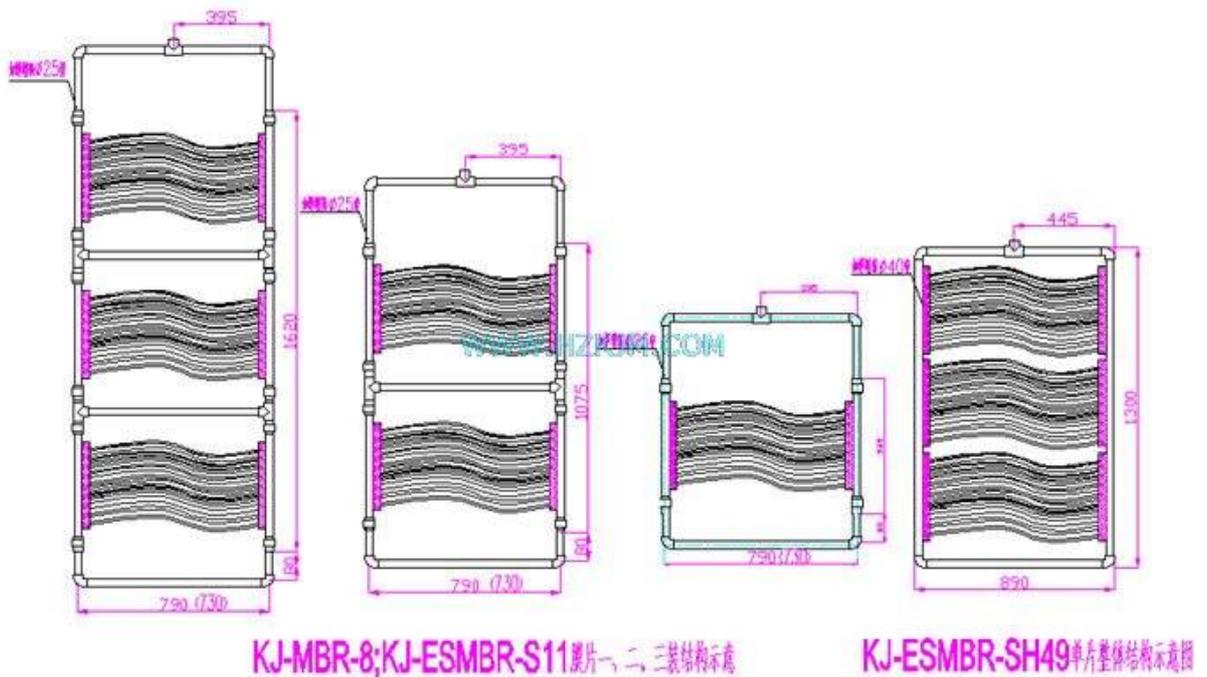
图例3

不同公司生产的膜组件由于材质及结构有差异因此工艺也有所不同，凯洁膜公司经过长期的小试、中试摸索，并通过工程的实施总结出适宜本

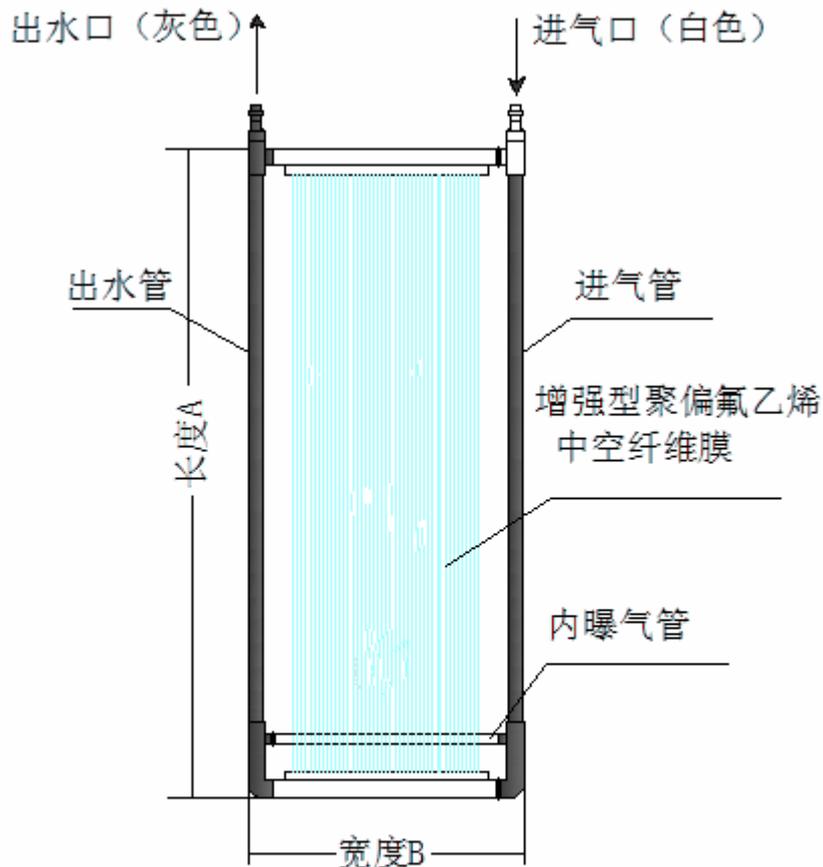
公司的专用膜组件的工艺，膜系统由六大部分组成：膜组件、膜架、连接件、收集管、曝气系统、抽吸泵。

1、X60 抗污型改性聚丙烯膜-膜片及膜支架结构（见下图）

根据用户设计的膜生物反应池的高度不同，膜片的组合可分成三种形式，有效水深 1 米-1.6 米，可选用一片膜片组成一个单元；有效水深 1.6 米-2.2 米，可选用两片膜片组成一个单元；有效水深大于 2.2 米，可选用三片膜片组成一个单元,如有效水深大于 2.0 米，也可选用一体式大孔型 MBR 膜片 KJ-ESMBR-SH70；膜支架连接管道可选用 4" 或 6" 口径，一般可采用 ABS 塑料、镀锌或 PPR 材质。



3、 PVDF 纳米合金+内衬编织管-膜片及膜支架结构（见下图）



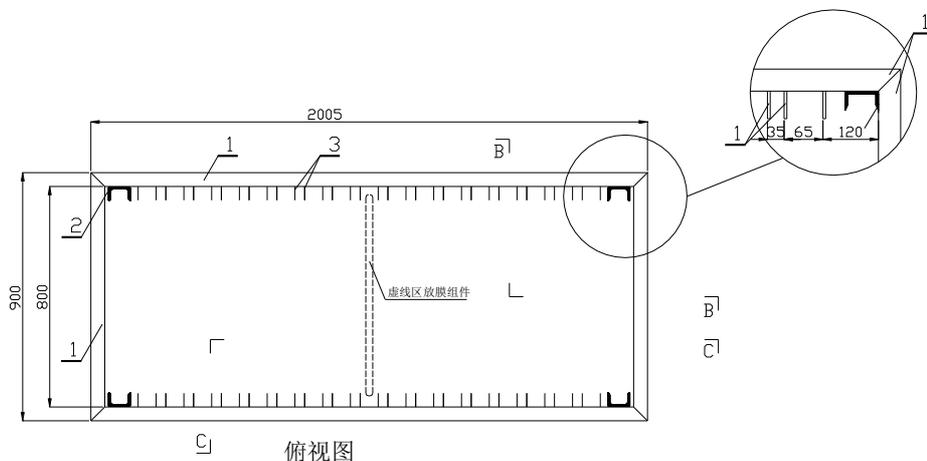
增强型聚偏氟乙烯中空纤维帘式膜组件
(MBR膜组件) 结构示意图

4. 3 膜架的设计

要使膜片放置在生化池内，必须设计合适的膜架作为支撑和固定用，防止膜片的晃动和移位。

膜架的平面尺寸根据膜片的组数确定，而高度则与 MBR 池的总深度有关系。一般它的高度与总深一致，或者略低于 MBR 池的总深度（低 10-20mm 为宜）。

如下图为 17 组膜机架图的平面图：



注意:膜机架长度尺寸按每片膜间隔 90mm 进行计算均可,内部有效宽度:KJ-MBR-12 应为 800mm; KJ-ESMBR-S16 应为 850MM.; KJ-ESMBR-SH70 应为 910mm; KJ-MBR(2)-13-PVDF 应为 680mm; KJDF3290A/KJDF4390A 应为 1340mm。

膜架用来固定由膜片组成的单元,一个膜架固定一定数量的单元形成一个模块。设计膜架需考虑以下因素:

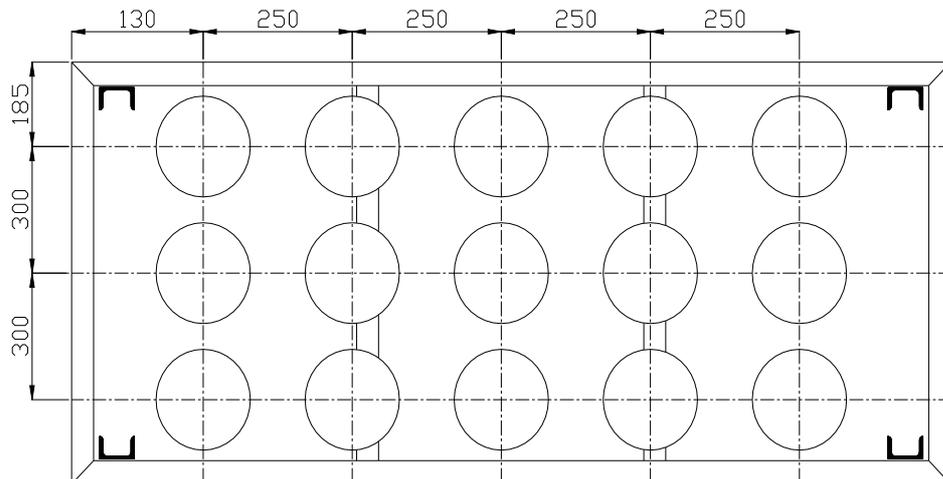
- 框架材质 不锈钢+UPVC 塑料或 A3 钢防腐
 (制作方法详见凯洁膜使用说明书)
- 单元间距 80~90mm
- 膜架与生化池壁距 $\geq 300\text{mm}$
- 框架与框架间距 $\geq 400\text{mm}$
- 膜架总高度 可低于生化池高约 20cm

以上参数对膜系统的稳定运行非常重要。

4. 4 MBR 部分曝气系统的设计

膜片底部设置曝气系统，主要功能是提供溶解氧及通过气体对膜丝进行擦洗。一般采用微孔曝气器或穿孔曝气器，曝气器装在膜架底部，曝气器与膜丝距离约 250~400mm。

为了使膜的表面被空气充分擦洗，膜片的下方要设计足够的曝气器。以 $\Phi 215$ 的微孔曝气器为例：在膜片底端设置微孔曝气器时，曝气头的中心距离可为 250~300 mm 之间。



例如：

ESMBR-(68T)型膜组件支架尺寸 (mm) : 960×1320×3143,共采用13片KJ-ESMBR-SH70

此膜组件干重 : 约 250 Kg

此膜组件湿重 (含水、污泥) : 约 650Kg

膜系统曝气量为：1.74~2.60L/min. m² 膜，折算成气水比为 20: 1~30: 1。(气水比：膜生物反应池中清洗膜用的空气量和生化所需空气量与膜过滤产水的比。)

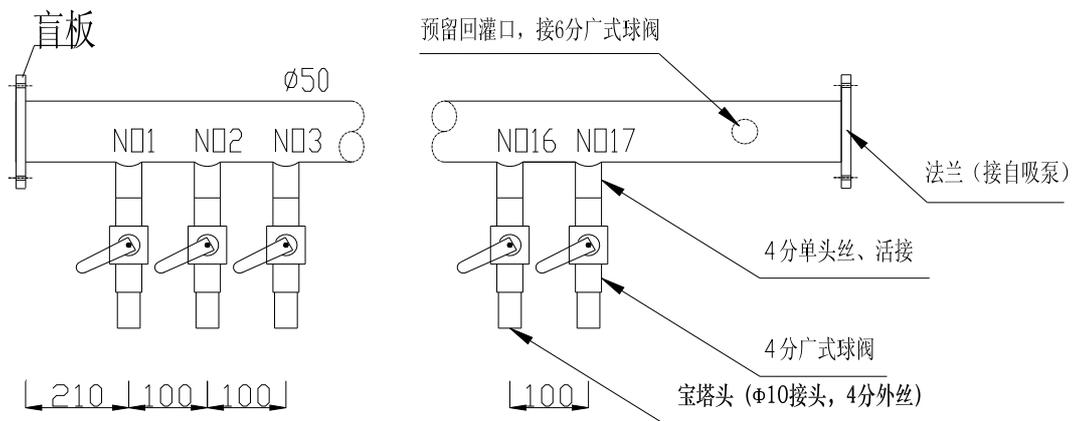
曝气方式：原则上均选用 $\Phi 215$ 的曝气管。（用户如采用穿孔管曝气时，曝气管一般在管壁两侧向下相隔 45° 角，孔径为 $\Phi 3-5\text{mm}$ ，间距 50MM 。）

4.5 抽吸泵（自吸泵）

抽吸泵用于膜系统的终端出水，与收集管连接。采用吸程大于 5 米的抽吸泵（一般为 5-7 米），抽吸泵控制要求：工作 7min，停 1min。
注意：抽吸泵使用具体注意事项 请见 MBR/ESMBR 使用说明书。

4.6 MBR 膜出水

在 MBR 池中，生化处理后的水经过膜的过滤后排出。实际使用过程中采用自吸式水泵进行抽吸出水。膜架上所有的膜组的出水口并联接到一根出水管上。



4.7 MBR 系统设计上的注意事项

1. 在抽吸泵停止转动时，由于虹吸作用和重力过滤等原理，有时仍会进行过滤。如果如此，设置停止时间就失去了意义，会加快 MBR 膜片的堵塞。为了在抽吸泵停止时能完全停止过滤出水，建议抽吸泵放置合理的位置或

者在过滤水管设置止动阀（如用户发现不需抽吸泵只利用虹吸作用就能达到所需的出水量，用户可以不用开泵，但需在出水处设置一个电磁阀按以上的运行时间与停留时间来确定关闭）。

2.使用药液清洗膜组件时，需事先从注入管排出空气，因此设置排气阀等

4.8 MBR/ESMBR 池前预处理

预处理的目的是除去可能给膜带来损伤的大的固态物，如生活污水中的细小纤维屑，毛发等微小纤维状物质和油脂类物质,通常需在供给原水前设置孔径小于 1mm 以下（建议 0.5mm）的细格栅。

第五章 膜系统的运行、清洗与维护

一、膜片的清洗

从大量的工程实践与实验中得知 MBR/ESMBR 膜组件产生的污染的主要原因：**1.附着在膜外表面的污泥层；2.滋生在膜内、外表面的微生物。**

1.间歇运行工艺（防止在膜外表面形成污泥层）

通过曝气产生的气泡及水流，使膜丝充分抖动对膜进行擦洗。同时采用间歇的运行方式，自吸泵抽吸 7 分钟，停止 1 分钟，可防止膜孔堵塞，使长期的稳定运行成为可能。系统运行时，采用恒定流量办法，抽吸负压可通过电接点式压力表读取，膜片操作负压 $-0.01 \sim -0.05\text{MPa}$ ，对于 MBR 膜片当操作负压超过 -0.03MPa 时，需对膜片在线化学清洗；当操作负压超过 -0.05MPa 时 应直接外浸渍化学清洗。

2. 在线上下对流式空曝气/此法无需任何配套设施（可解决已在膜表面形成的污泥层对膜的过滤阻力造成的影响很大时）

为了减缓膜片的污染，在运行期间，需要对 MBR/ESMBR 膜片进行定期的表面冲刷，冲刷时，关闭自吸泵，停止出水，调大曝气量进行空曝气，对膜表面进行 2 小时的冲刷以冲脱沉积在膜表面上污泥层的方法。冲刷周期以 5~7 天/次为宜。

3.化学清洗方法分为在线化学清洗与外浸渍化学清洗 2 种。

当采用效果达不到理想效果时，此时需进行在线化学清洗或外浸渍化学清洗。

(一) 外浸渍化学清洗

(a、可以实行系统不停止，单一小组膜组件拿出进行清洗(无需吊车，单人即可操作)；b、也可以实行系统停止，直接采用吊车把膜机架吊往另外一个清洗池进行清洗即可（此方法只是静止浸泡无法完全去除膜表面的污泥，效果为一般，远不如在线化学清洗。)

可解决 1.附着在膜外表面的污泥层；2.滋生在膜内表面的微生物。

具体外浸渍化学清洗方法请见凯洁膜公司 MBR/ESMBR 使用说明书

(二) 在线化学清洗（大于 50T/D 的 MBR 项目最好采用在线化学清洗）：

在线化学清洗的优点：

1. 不像外浸渍化学清洗一样清洗时需要一定的配套工具而清洗较麻烦。
2. 外浸渍化学清洗如没采用吊车进行清洗，需单组拉上来进行清洗，由于膜表面会附有部分污泥，拉上来时膜组会很重，为防止损坏膜片连接件需特别小心（特别是三片装以上的膜片需要 2 个人操作才能完成）。如采用吊车清洗效果会不是非

常明显，附着在膜表面的污泥无法完全清洗掉。而在线化学清洗不会产生以上现象，简单方便。

3. 在线化学清洗时间较快，清洗时可以借助集中曝气系统进行曝气联合化学清洗，效果非常明显(不但解决了大量的人力、防止了清洗时不小心造成膜连接件与膜丝的破坏，解决了清洗时所造成的污染)。

(在线化学清洗具体方法请见凯洁膜公司最新版使用说明书)

公司地址：杭州市钱江经济开发区顺风路 536 号

联系人：施世照

电话：0571-87531785/88964710/88964750/13336062099

邮箱：zjkjm@126.com/hzkjm@126.com

中文网址：膜生物反应器.CN

杭州凯洁膜分离技术有限公司
技术服务部