



**MEMTEX**  
美泰克斯

# 中空纤维帘式膜技术手册

(2019 版)



美泰克斯膜技术江苏有限公司

美泰克斯江苏膜技术有限公司

**MEMTEX Technology Jiangsu Co.,LTD.**

## 声 明

美泰克斯膜技术江苏有限公司明确声明：

- 感谢您使用美泰克斯膜技术江苏有限公司生产的中空纤维超滤膜组件。在使用膜组件之前，请仔细阅读本使用手册。当您开始使用我公司的膜产品时，我公司认为您已经认真阅读了本手册。
- 本手册所提供的参数仅作为应用参考，用户需根据实际过程建立自己的操作条件。如果有理解不清楚的地方，请及时联系美泰克斯膜技术江苏有限公司，以免造成不必要的损失。
- 本手册的最终解释权归美泰克斯膜技术江苏有限公司所有。



# 目 录

一、公司简介 .....	5
1.1 公司概况 .....	5
1.2 品质保证 .....	6
1.3 专利介绍 .....	6
二、膜分离技术介绍 .....	7
2.1 膜分离介绍 .....	7
2.2 膜的分类及其特点 .....	7
2.3 膜过滤技术术语 .....	8
2.4 影响膜过滤性能的因素 .....	11
2.5 膜丝微观结构 .....	11
2.6 膜组件的过滤方式 .....	12
三、中空纤维帘式膜组件介绍 .....	12
3.1 产品分类、型号 .....	13
3.2 膜组件特点 .....	14
3.3 出厂检验 .....	14
3.4 包装 .....	14
3.5 运输 .....	15
3.6 未使用产品贮存条件 .....	15
四、MBR 膜组件设计指南 .....	16
4.1 MBR 系统设计流程 .....	16
4.2 MBR 膜组件进水要求 .....	17
4.2.1 中空纤维膜使用环境对油脂的要求 .....	17
4.2.2 中空纤维膜使用环境对消泡剂的要求 .....	17
4.2.3 其它 .....	17
4.3 MBR 预处理工艺 .....	17
4.4 MBR 膜组件运行参数 .....	18
4.5 MBR 系统设计计算 .....	19
4.6 膜单元分布 .....	25

4.6.1 旋回流 .....	25
4.6.2 平面布局 .....	26
五、MBR 膜组件使用指南 .....	28
5.1 MBR 系统工艺特点及介绍 .....	28
5.2 MBR 运行管理 .....	29
5.2.1 跨膜压差的管理 .....	29
5.2.2 清洗管理 .....	29
5.2.3 在线加药反洗步骤 .....	30
5.2.4 系统外浸渍清洗步骤 .....	30
5.3 膜组件的保存方法 .....	32
5.4 中空纤维膜的评价 .....	32
六、注意事项 .....	33
6.1 安全注意事项 .....	33
6.2 使用膜组件时的注意事项 .....	33
6.3 设计膜组件时的注意事项 .....	34
七、典型设计案例 .....	36
7.1 项目概况 .....	36
7.2 膜组件用量计算 .....	36
7.3 膜架设计 .....	36
7.4 产水泵 .....	37
7.5 真空泵 .....	37
7.6 反洗系统 .....	37
7.7 罗茨风机 .....	39
7.8 污泥回流泵 .....	39

## 一、公司简介

### 1.1 公司概况

美泰克斯膜技术江苏有限公司 2009 年注册于南通观音山科技创业园区，为国家级高新技术企业。致力于中空纤维超滤膜及膜组件研发和生产的高科技企业，集膜组件、环保设备、水处理工程、水处理药剂的研发、生产、销售、服务于一体的专业水处理综合公司。ISO9001 认证企业，膜组件具有高新技术产品认证证书、江苏省涉及饮用水卫生安全产品卫生许可批件、性能检测报告、通量测试报告等相关产品质量证书和资质证明。中国膜工业协会会员单位。

公司通过与天津天大华森科技有限公司在股权融合与水处理工艺技术方面的整合，已形成以集团化经营与区域化网络为用户提供最快捷的产品和有利的技术支持与服务。具备提供中空纤维膜组件的研发生产、工程应用、环保设备生产制造、水处理工程的实施等综合能力。

公司通过资产重组，形成集团化经营模式，分设**中空纤维膜组件事业部**、**水处理工程事业部**。

**中空纤维膜组件事业部** 位于南通市，专注于超滤、微滤膜组件研发、生产及应用。公司在引进美国膜技术成果基础上，通过自身拥有的研发体系创新了膜丝生产工艺，依靠完善的产品质量控制体系和产品检测体系，保证了产品的一流品质，具备年生产 100 万 m<sup>2</sup> 中空纤维膜的生产能力，具有完整的柱式膜、帘式膜、氨氮脱除膜、分离膜产品生产线，已形成多规格、多材质膜组件产品，应用于各行业水处理领域。经过十多年的项目中产品实例实践应用，验证了产品的优异性，获得了业界认可与好评。同时，水处理工程事业部负责产品的技术支持与售后服务，以丰富的工程经验为产品的应用奠定了技术支持，提供了后续服务保障。

**水处理工程事业部** 位于天津市，致力于环境保护技术的发展和膜技术的创新、应用，膜组件的技术支持、售后服务。从污（废）水处理、中水回用、工业循环水处理及给水净化、消毒设备、空气净化领域，为多家企业、单位提供优异的产品、先进的系统技术和最佳的绿色解决方案。以工艺设计、项目承接、设备制造、安装调试、工程总包、跟踪服务的方式为客户提供全方位服务。

公司技术研发团队由国家海洋局、铁三院离退休高工及具有硕士、本科以上学历人员组成。在技术领域，研发团队通过创新与研究，已获得多项技术专利，并获得国家级高新技术企业认定证书，并逐步向高浓度、高污染废水处理方向深入发展，特别在高氨氮、高 COD、高盐废水处理技术领域，已成功实施多项案例，为该技术的应用奠定了基础。

公司以独特的膜组件生产工艺、水处理工艺和成熟方案，及时周到的服务成功的完成了多项膜组件应用案例和水处理工程，取得了显著的经济效益和社会效益，增强了企业员工的社会责任感，同时造就了一支技术过硬、团结合作的团队。

## 我们的使命

结合国际、自我研发先进的环境保护安全工程技术与膜产品，采用科学的经营管理方法，营造积极、团结、进取、开拓的职业团队，不断提高产品质量和服务水平，开发新产品，保护我们赖以生存的环境，创造安全、洁净、和谐、轻松的生活。

## 质量保证

严格按照 ISO9001: 2008 国际质量管理体系进行膜组件生产管理与项目实施。公司具备完整的膜组件研发、生产、工艺设计、设备制造、安装调试、工程施工、技术支持与售后服务等组织体系与质量保证体系和富有效率的运营机制，具备丰富的工程经验和优良的团队。

## 远景目标

拥有中国制造的环境保护技术、产品、系统和环保企业信息应用平台，成为国际知名的膜组件提供者、环境保护生产商、污染控制系统解决方案提供商和专业水处理技术企业。

## 核心价值观

以人为本理念 诚信 专业 创新 服务

## 1.2 品质保证

MBR 超滤膜是材料产品，先进的制膜技术、优异的原材料、再加上完善的产品质量检测体系，是中空纤维膜组件产品的质量保证。

**制膜技术：**采用先进的国际制膜技术。引进美国先进 PVDF 中空纤维超滤膜制造技术。

**原料品质：**制膜原料为 100%进口 PVDF 原材料。

**质量检测：**公司具有产品质量检测实验室，膜丝检测、膜组件出厂试水，确保质量。

## 1.3 专利介绍

- (1) 拥有发明专利：《聚偏氟乙烯中空纤维超滤膜的制造方法》；
- (2) 2010 年获得了南通市科技创新项目《亲水化改性聚偏氟乙烯中空纤维超滤膜的研制》
- (3) 2012 年获得了江苏省科技创新项目《高强度聚偏氟乙烯中空纤维超滤膜的研制》；



## 二、膜分离技术介绍

### 2.1 膜分离介绍

**膜定义：**膜是指在一种流体相内或是在两种流体相之间有一层薄的凝聚相，它把流体相分隔为互不相通的两部分，并能使这两部分之间产生传质作用。

**膜的特点：**不管膜多薄，它必须有两个界面，这两个界面分别与两侧的流体相接触。并且膜传质有选择性，它可以使流体相中的一种或几种物质透过，而不允许其它物质透过。

**膜分离：**是以对组分具有选择性透过功能的膜为分离介质，通过在膜两侧施加（或存在）一种或多种推动力，使原料中的某组分选择性地优先透过膜，从而达到混合物分离，并实现产物的提取、浓缩、纯化等目的的一种新型分离过程。

**膜分离特点：**采用膜分离技术去除水中杂质是一个物理的分离过程，不发生相变。具有：工艺简单，设备少；能耗低；能实现自动化运行；模块化，扩容方便；出水水质稳定的特点。

### 2.2 膜的分类及其特点

#### 2.2.1 按材料分类

按制成膜的材料分，膜可以分为无机膜和有机膜两大类。

a、无机膜是采用无机材料，如陶瓷、不锈钢、碳素所制成的。无机膜具有耐高温、耐强酸强碱和强氧化剂的特点。但是，出水通量较小，价格昂贵，一般只适用于制药、食品等行业的物料分离工序，而不适用于净化水质。

b、有机膜是采用有机高分子材料制成的，目前常见的有 PVDF、PVC、PES、PS、PAN 等材料。醋酸纤维素、芳香聚酰胺是制作反渗透和纳滤的常规材料。有机膜具有价格低、水通量大等特点。因此广泛用于水处理。

### 2.2.2 按分离精度分类（功能或用途）

在膜分离领域，按分离精度划分主要有微滤、超滤、纳滤和反渗透四种分离过程。其中超滤和微滤的分离机理是筛分机理，即溶液中大于膜分离孔径的物质被截留，小于膜分离孔径的物质透过膜，可以用于溶剂净化，如水处理、果汁净化；也可用于溶液浓缩处理。反渗透是以溶解扩散理论为传质机理的，主要用于水质的深度净化，取出水中溶解性离子，如地表水、地下水净化、污水深度回用、海水淡化等。纳滤是分离孔径介于超滤和反渗透之间的分离膜，其表面通常带有荷电离子，对中性分子态物质为筛分机理，而对于带电荷的胶体、离子符合道南定律，对低价离子截留率低，高价离子截留率高。下图为膜的过滤精度图谱：

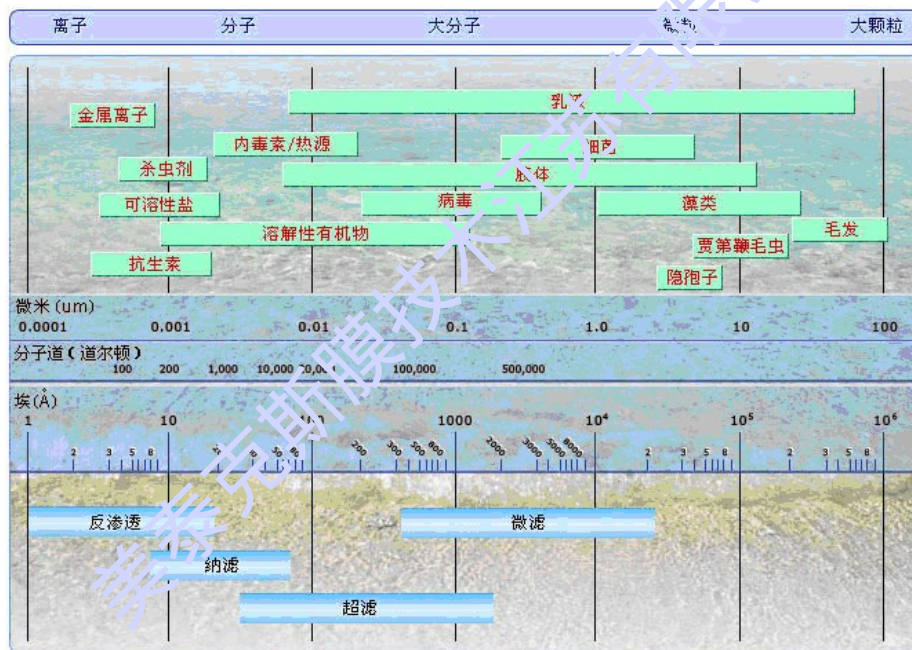


图 2-1 膜的过滤精度图谱

## 2.3 膜过滤技术术语

1) **膜**：能把要分离的流体分隔为互不相通的两部分，并能使这两部分之间产生传质作用的薄的凝聚相。

2) **中空纤维膜**：制作工艺如同纺丝工艺，外形纤维状，内部中空，具有自支撑作用的膜。即：在膜内外壁之间能形成传质作用，实现膜分离。

3) **对称膜**：膜的各部分具有相同的特性，其孔结构不随深度而变化，属于深度过滤



范畴。

4) **非对称膜**: 膜孔结构随膜壁深度变化而变化的膜。是与对称膜相对应的膜, 非对称膜具有表层精细分离, 支撑层为指状或网状结构, 具有支撑作用, 但对产水透过构成很小的阻力。减小运行压力和压力损失。

5) **外压膜**: 中空纤维外压膜是指具有分离功能的分离层附在膜丝外壁上, 分离层以内是支撑层的非对称膜。

6) **膜通量**: 在一定运行压力和温度下, 单位时间透过单位膜面积的产水量, 通常表示为:  $L/m^2 \cdot h$ 。

7) **载留率**: 指溶液中被截留的特定溶质的量所占溶液中特定溶质总量的比率。

8) **切割分子量 (MWC0)**: 当 90% 的溶质被膜截留时, 在截留曲线所对应该类溶质的最小分子量即为该膜的切割分子量。超滤膜的孔径大约在 0.01 至 0.1  $\mu m$  之间, 其对应的切割分子量约为 1,000~500,000Da。

9) **泡点测试**: 泡点是用来测试监控膜性能及膜组件完整性的一种常用方法。泡点是指膜完全浸润并浸泡在液体中, 从膜的一边加以一定压力的气体, 从膜的另一边开始出现连续起泡时的最低压力。泡点测试常常用来检测膜的最大孔径。

10) **断裂强度与断裂伸长率**: 超滤膜的机械强度大小反映了膜丝抵抗断丝的能力, 断丝使超滤膜失去分离性能, 是评价超滤膜质量优劣的一项重要指标, 机械强度由膜丝的断裂强度和断裂伸长率来表征。一般使用电子单纤维测力仪测量单根膜丝的断裂强度和伸长率。

11) **亲水性**: 亲水性膜材料对水有较强的亲合力, 膜的表面很自然的具有润湿的特性。

12) **疏水性**: 膜材料对水的排斥特性。疏水性膜材料具有很低的吸水性能, 因此在表面水常呈颗粒状。常用接触角表征材料的亲水性或者疏水性。

13) **膜污染**: 随着超滤产水的进行, 溶液中的微粒、胶体物质、细菌以及其它能被膜截留的物质会在膜表面或者膜空中沉积, 使膜孔堵塞或者变小, 导致过膜阻力增大, 运行压力增大, 膜的产水量减小的现象叫膜污染。

14) **跨膜压差 (TMP)**: 克服水头压力下过滤所需的过膜压力, 单位为 MPa。当膜组件受到污染时, 驱动压力就会相应的增大, 故跨膜压差是作为检验膜受污染情况的一个重要指标。

#### 15) 物理清洗

##### ① 停歇曝气

膜系统产水一段时间后进行停歇曝气, 只开启鼓风机, 让膜系统持续曝气。

## ②水反洗

与过滤过程的水流方向相反，从中空纤维膜丝的产水侧把等于或优于膜丝产水质量的水输向进水侧。由于水被从反方向透过中空纤维膜丝，从而松懈并冲走了膜外表面在过滤过程中形成的污物。

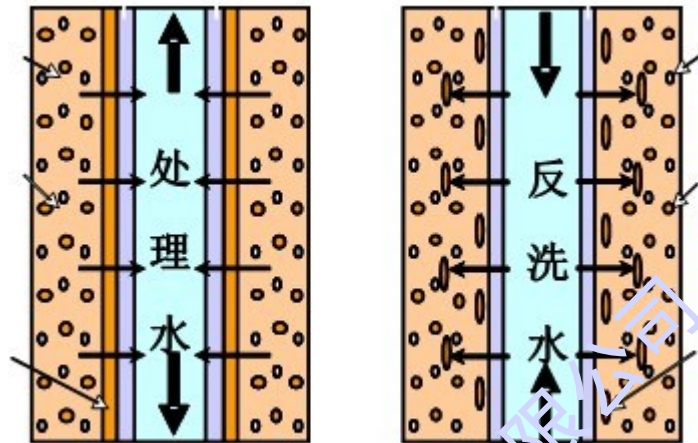


图 2-2 过滤和反洗过程水的流向

## ③冲洗

将膜组件吊出膜池或将膜池内的水排干净，用清洁的水源冲刷膜组件表面附着污泥的方式清洗膜组件。

**16) 维护性化学清洗：**化学增强反洗（CEB）在反洗水中加入较低浓度化学药剂，通过反洗和浸泡，将膜表面在过滤过程中形成的污染物清洗下来，最大限度地减少 MBR 帘式膜污染。

### 17) 恢复性化学清洗

#### ①在线化学清洗

膜组件不离开膜池，即在膜组器原位进行清洗，清洗药剂宜为次氯酸钠、盐酸、柠檬酸、草酸和氢氧化钠等，清洗药剂的选择可通过试验确定。

#### ②离线化学清洗

从膜池膜系统内取出膜组件，在独立的化学清洗池中对膜组件进行清洗的过程。

## ⑬气~水比

对于 MBR 工艺特指单位时间内用于抖动冲刷膜丝的曝气量和膜丝产水量之比。此部分的曝气也能供给生化反应的溶解氧，对于美泰克斯的 MTX 系列帘式膜组件，推荐气水比为 12:1~15:1（体积比）。合理选择气水比是保持 MBR 膜组件正常工作的一个重要参数，在操作过程中，气水比可根据活性污泥性状、膜丝产水量变化和跨膜压差的变化来调节，同时也需要保持反应器中流体的有效循环。

## 2.4 影响膜过滤性能的因素

膜技术在实际应用中的一个突出问题是膜表面截留污染物的沉积造成膜通量的衰减，这是一个关系到膜分离技术是否能成功应用的关键问题。解决这一问题要从三方面入手：

- 合理的膜前预处理
- 选择耐污染的膜材料
- 能保证膜系统稳定运行的装置和运行工艺

## 2.5 膜丝微观结构

MBR 膜通常采用不对称结构：即由致密的皮层和多孔的支撑层构成，通常支撑层的孔径要比皮层高一个数量级以上。不对称结构有以下优点：

(1)致密的皮层提高了过滤精度；

(2)多孔的支撑层降低了过滤的阻力，并且使得穿过皮层的微小杂质被二次截留的几率降低到最小。

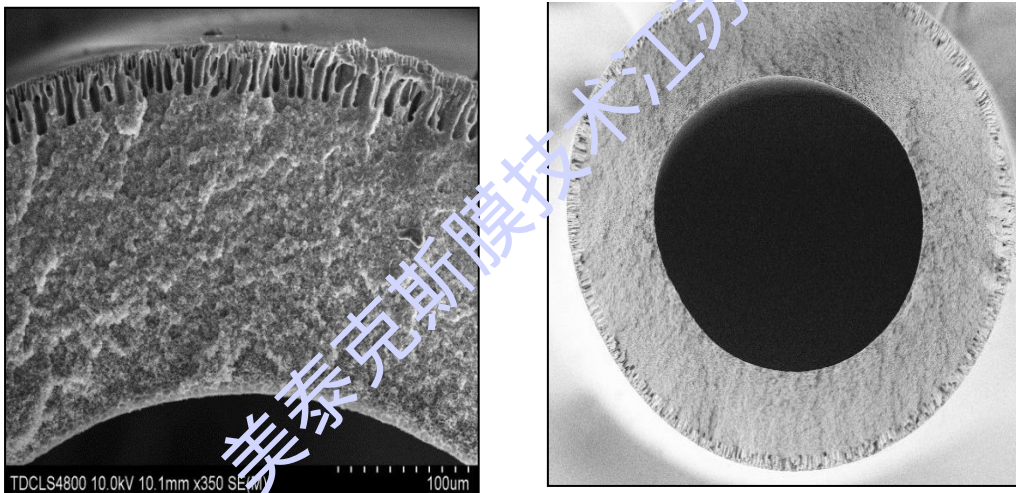


图 2-3 膜丝电镜照片

(2) PVDF 材质的优势：

➤ 由于氟原子电负性大，原子半径小，C~F 键短，键能高达 500KJ/mol，聚合物具有一定的结晶性，在性质上的突出表现是高温稳定性，熔点 170℃，它的热分解温度 316℃以上，连续暴露在 150℃以下两年内不分解。

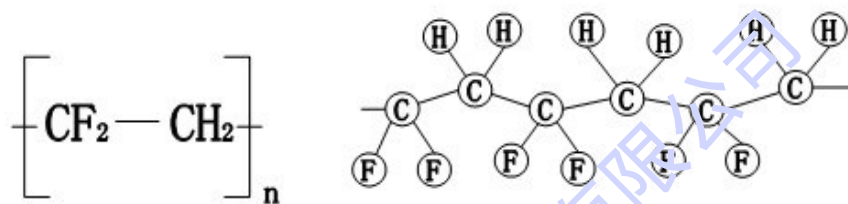
➤ 由于氟原子对称分布，整个分子呈非极性，表面能很低，仅为 25mN/m。

➤ 通常太阳能中对有机物起破坏作用的是可见~紫外光部分，即波长处于 700~200nm 之间的光子，而 C~F 键能接近 220nm 所具有的能量，由于太阳光中能量大于 220nm 的光子所占比例极微，所以氟材料耐光性好。

➤ 由于碳链四周被一系列性质稳定的氟原子包围，使其具有很高的化学稳定性，在室温下不被酸、碱和强氧化剂或卤素所腐蚀。

➤ PVDF 可以溶于强极性溶剂且有很好的可纺性，因此可以用来纺制中空纤维膜。

聚偏氟乙烯（PVDF）由于它耐热性，化学稳定性，耐辐射性和良好的物理机械性能，聚偏氟乙烯膜形成了一类性能优异的分膜。



## 2.6 膜组件的过滤方式

MTX 系列膜组件的过滤驱动动力为负压抽吸，也就是通过产水泵的作用，使组件内部产生负压，而膜组件的外侧在大气压和水体作用下为正压，从而在膜丝孔径的内外侧产生跨膜压差，在跨膜压差的作用下发生传质过程。

## 三、中空纤维帘式膜组件介绍

专用于 MBR 的 MTX 系列膜组是由中空纤维超滤膜、集水管、树脂槽及封端树脂浇注而成的膜分离单元。采用热致相分离法（TIPS）制成，产品强度高，产水水质优异，性能稳定，现已在国内多个大中型 MBR 项目中广泛应用。其中 MTX~L 系列膜组件采用了行业内最先推出的双集水管结构，曝气分布更均匀，不易积泥，易于维护，获得广大用户一致好评。



图 3-1 中空纤维帘式膜组件

### 3.1 产品分类、型号

表 1: MTX 帘式膜组件参数

帘式膜规格	MTX-L15	MTX-L20	MTX-LC15	MTX-LC17	MTX-LC22	MTX-LC30
膜材料	PVDF	PVDF	PVDF (带衬)	PVDF (带衬)	PVDF (带衬)	PVDF (带衬)
尺寸(L*H) mm	571*1525	571*1525	571*1525	571*1525	571*2025	880*2025
标准产水量 (m <sup>3</sup> /d/帘)	3.0~6.0	4.0~8.0	4.5~7.5	5.1~8.5	6.8~10	10.2~15
有效面积 (m <sup>2</sup> )	15	20	15	17	22	30
平均孔径 (μm)	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.03
出水浊度 (NTU)	<1	<1	<1	<1	<1	<1
过滤方式	负压抽吸	负压抽吸	负压抽吸	负压抽吸	负压抽吸	负压抽吸
pH 值	2~12	2~12	2~12	2~12	2~12	2~12

注: (1)、集水管为 DN32 ABS 管;建议气水比 12:1~15:1

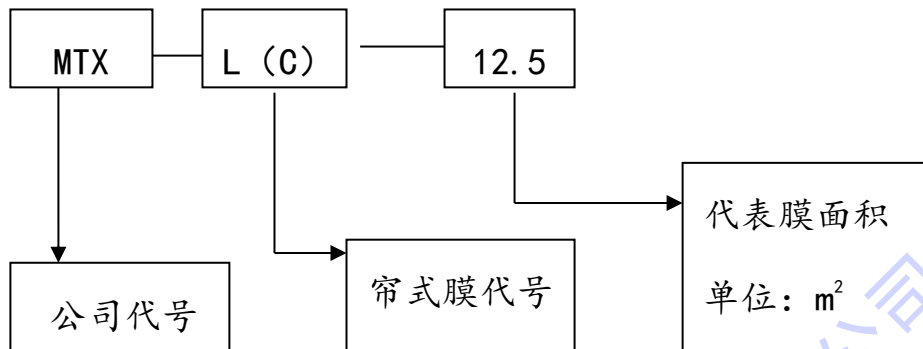
(2)、产水量在工作状态下的设计通量 (按 0.02MPa, 10~20L/m<sup>2</sup> · h) 根据系统设计和原水水质的不

同而不一样，设计前请和美泰克斯膜技术江苏有限公司联系

(3) 纯水初始通量大于  $40\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$

(4) 美泰克斯膜技术江苏有限公司为需求量大的用户提供自行定制单片膜面积大小的服务。

(5) 膜组件产品序列号：



### 3.2 膜组件特点

- (1) 美泰克斯 MBR 膜组件采用国际先进制膜技术，具有良好的物理机械性能，断丝率低，出水水质好，出水悬浮物和浊度接近于零，可直接回用。
- (2) 以法国进口 PVDF（聚偏氟乙烯）为制膜原料，化学性能稳定，抗氧化能力强，可以用酸、碱、氧化剂清洗，清洗后通量可完全恢复，膜组件使用寿命长达 5~8 年。
- (3) 膜丝孔隙率高，透水性强，产水通量高；
- (4) 膜组件结构优异，过滤阻力小，能耗低，运行费用低。

☞ 膜组件产水通量、使用寿命根据源水水质不同而不同。

### 3.3 出厂检验

膜组件在出厂前均进行出厂检验，检验合格后方可出厂。

- (1) 逐一进行外观及缺陷检验，保证中空纤维帘式膜外观应清洁，无断丝，浇注面与浇注槽口基本相平；
- (2) 逐一进行整体无渗漏检验（在 0.02Mpa 压力下整体试压无渗漏）；
- (3) 批次膜组件 100%测试产水量；

### 3.4 包装

- (1) 内包装

每帘帘式膜用塑料袋密封封装。

## (2) 外包装

外包装选用纸板箱，符合 GB/T13384-1992 的规定。

- (3) 包装箱外部应印有或贴有：产品的商标标识；产品的名称、规格、数量；制造厂名称、及“小心轻放”“怕雨”标志。

## 3.5 运输

运输过程中应避免碰撞、雨淋、烈日暴晒、冰冻和机械损伤。严禁露天存放。

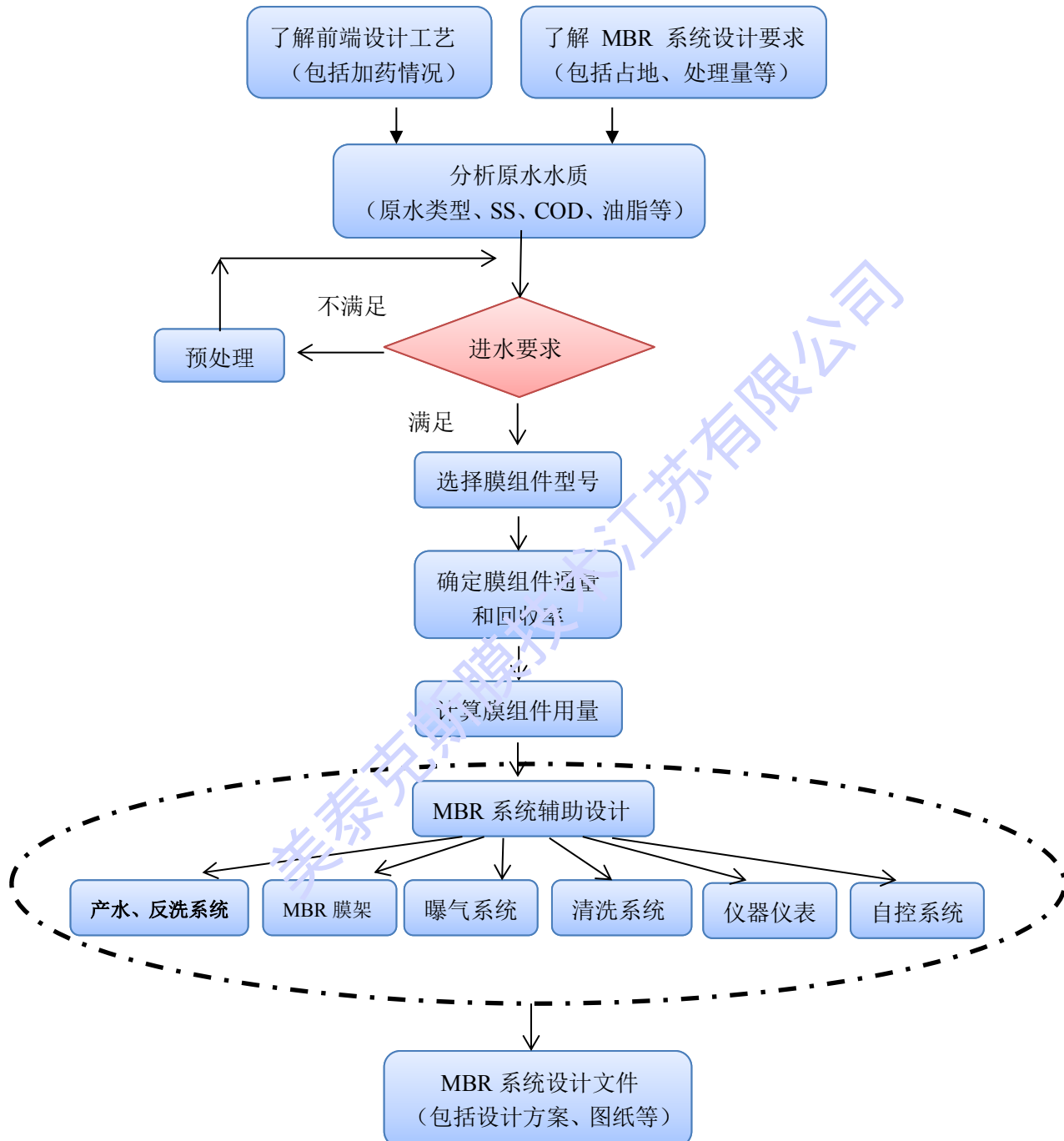
## 3.6 未使用产品贮存条件

- (1) 产品应放置在通风干燥、有遮掩物、防潮清洁和无腐蚀性气体的场所贮存。
- (2) 产品存放环境温度范围 5℃~40℃，勿与易燃易爆物质混存，远离火源。

美泰克斯膜技术江苏有限公司

## 四、MBR 膜组件设计指南

### 4.1 MBR 系统设计流程





## 4.2 MBR 膜组件进水要求

项 目	建议值	最大限值
温度 (°C)	10~35	5~40
动植物油 (N-Hex)	<10	<20
矿物油脂 (N-Hex)	0	<3
pH	6~9	5~10
污泥浓度 (mg/L)	5000~10000	<12000
硬度 (CaCO <sub>3</sub> 计)	<300	<500
苯酚类有机物	0	<200

### ☞ 备注：

- (1) 根据源水水质条件，设计基准值可以是范围值；
- (2) 在耐受值水质条件下运行时，需要评估其对系统运行性能的影响；
- (3) 如有未提及的特殊水质情况请与我公司技术人员联系。

### 4.2.1 中空纤维膜使用环境对油脂的要求

当水中含有油脂时，随过滤的进行，油脂成份会广泛覆盖膜表面，从而堵塞微细孔，因此原水最好不要含有过多的油脂，在 N-HEX 值（正己烷提取物）超过 50mg/L 的情况下要采取除油措施，降到 20mg/L 以下。在含有矿物质油的情况下，有可能对膜产生更恶劣的影响，因此在有矿物质油存在时，N-HEX 值应降到 3mg/L 以下后方可使用膜分离活性污泥法。

### 4.2.2 中空纤维膜使用环境对消泡剂的要求

在 MBR 运转初期，污泥起泡时，有时需加入消泡剂。此时请使用高级乙醇系列消泡剂。硅胶系列消泡剂不能使用。这是因为硅胶系列消泡剂被吸附到膜表面时，会加快膜间压差的上升，而且硅胶引起的压差上升，属不可逆的膜污染，无法恢复，所以严格杜绝使用硅胶系列消泡剂。

### 4.2.3 其它

MBR 在运行中，跨膜压差的上升主要是由于溶解在原水中的未处理有机物被吸附到膜表面引起的，有时会妨碍稳定运转。在处理前级使用絮凝剂时，未凝聚的絮凝剂(如 PAM<sup>\*</sup>)有时同样会妨碍稳定运转，应注意不要让未凝聚的絮凝剂流入膜生物反应池中。

## 4.3 MBR 预处理工艺

污水在进入膜生物反应器之前应根据水质条件进行预处理，预处理的目的是不仅是为了保护中空纤维膜组件的完整性，而且是为了防止对膜丝从微观性能造成不可修复的污染和伤害。根据来水水质的不同，宜采用针对性的预处理，预处理系统主要包括：格栅、隔油、气浮、絮凝沉降等工艺。例如：

- 1) 污水中含有毛发、机械杂质、织物纤维时，膜生物反应器处理系统应增设膜格栅（过滤精度 1 mm）；
- 2) 污水为含油高废水时，设置除油装置，如隔油池、气浮除油装置，使进入到膜池的油含量满足膜组件进水要求；
- 3) 污水硬度较高时，增加去除硬度的工艺。如：混凝沉淀、石灰投加等。

#### 4.4 MBR 膜组件运行参数

项目	MTX-L20
瞬时产水通量 L (/ m <sup>2</sup> · h)	10~20
组件平均曝气量 (Nm <sup>3</sup> /h 帘)	2.5~5
水反洗流量 L (/ m <sup>2</sup> · h)	15~30
制水时间 (min)	8~10
停歇时间 (min)	1~2
水反洗周期 N1 (次)	50~150 个制水周期
CEB 周期 N2 (次)	3~5 倍 N1
建议跨膜压差 (kPa)	10~60
最大跨膜压差 (kPa)	80
化学清洗 pH 范围	1~13
累计耐受 NaClO 浓度 (ppm.h)	300 万
建议运行污泥浓度 (mg/L)	< 10000

## 4.5 MBR 系统设计计算

### 4.5.1 膜组件数量

$$N = \frac{1000 * Q}{24 * 0.8 * S * F}$$

N: 膜组件数量, (帘), 计算数值如果有小数点, 进位取整数或者调整通量复合计算。

F: 瞬时产水膜通量, LMH(L/m<sup>2</sup>.h)

Q: 处理水量, (m<sup>3</sup>/d)

S: 膜组件有效膜面积, (m<sup>2</sup>)

注: 运行方式按照“开八停二”设计计算, 如果采取其他运行方式, 将系数 0.8 改为其它!

### 4.5.2 膜架设置

$$U = \frac{N}{n}$$

U: 膜架数量, (个)

N: 膜组件数量, (帘)

n: 每个膜架膜组件数量, (帘)



图 4-1 单层膜架



图 4-2 双层膜架

MTX-L20单层布置尺寸表							
装膜数量	10	16	20	26	32	36	40
长(mm)	920	1400	1750	1200	1400	1600	1750
宽(mm)	700	700	700	1400	1400	1400	1400
高(mm)	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
MTX~L20双层布置尺寸表							
装膜数量	20	32	40	52	64	72	80
长(mm)	920	1400	1750	1200	1400	1600	1750
宽(mm)	700	700	700	1400	1400	1400	1400
高(mm)	3400	3400	3400	3400	3400	3400	3400

注：膜架尺寸为参考尺寸，可根据实际池体情况将高度、长度略微作调整。

#### 4.5.3 产水、反洗系统设计

##### ➤ 自吸产水泵

$$Q1 = \frac{Q * \alpha}{24 * 0.8}$$

Q1：水泵产水，(m<sup>3</sup>/h)

Q：系统处理水量，(m<sup>3</sup>/d)

α：安全系数，(取 1.1~1.3)

水泵吸程：建议选择 4~6m，

水泵扬程：根据系统实际情况（高程、输送距离）自行选择。

##### ➤ 真空泵或真空发生器

真空发生位置设置于抽吸泵前，产水管最高点，用于排出泵前管路内空气，确保整个抽吸制水过程顺畅进行。我公司建议，相关设备的选型，需满足在尽量短的时间（一般 1~3min 内）能够排空抽吸泵前产水管路内全部空气，以保证抽吸泵的顺利运行。

##### ➤ 在线反洗泵

$$Q2 = \frac{S * N' * F' * \alpha}{1000}$$

Q2：反洗水量，(m<sup>3</sup>/h)

F'：反洗膜通量，LMH(建议 15~30 L/m<sup>2</sup>.h)，

S：膜组件有效膜面积，(m<sup>2</sup>)

$N'$ : 单次反洗的膜组件数量

$\alpha$ : 安全系数, (取 1.1~1.3)

**反洗水泵扬程:** 参考值 20m, 根据水泵输送距离远近自行调整。

#### ➤ 反洗水箱

$$V1 = \frac{Q2 * T * \alpha}{60}$$

$Q2$ : 反洗水量, ( $m^3/h$ )

$\alpha$ : 安全系数, (取 2.0~3.0)

$V1$ : 反洗水箱容积,  $m^3$  (不低于此计算值)

$T$ : 每次反洗时间, min, 建议 1~5min

**反洗水箱材质:** PE / FRP / 钢砼结构等

说明: 设计时可以将反洗水箱与产水箱共用, 则此部分可以省略。

#### ➤ 反洗加药泵

$$Q3 = \frac{Q2 * C * \alpha}{1000 * C1}$$

$Q3$ : 反洗加药量, (L/h)

$Q2$ : 反洗水量, ( $m^3/h$ )

$C1$ : 配置药剂浓度, %

$\alpha$ : 安全系数, (取 1.1~1.3)

$C$ : 反洗药剂浓度, ppm

**加药泵扬程:** 大于反洗泵扬程, 参考值 35~50m

#### ➤ 加药箱

$$V2 = \frac{Q3 * T * \alpha * M * D}{60}$$

$V2$ : 加药箱容积, L (不低于此计算值)

$Q3$ : 反洗加药量, (L/h)

$\alpha$ : 安全系数, (取 1.1~1.3)

$T$ : 每次反洗时间, min(建议 2~5min)

$M$ : 每天加药次数, 次/天

$D$ : 使用天数, 建议选择 5~7 天

**加药箱材质:** PE / FRP 等

#### 4.5.4 曝气系统设计

$$Q_4 = \frac{Q_e * N * \alpha}{60}$$

Q<sub>4</sub>: 风机气量, (Nm<sup>3</sup>/min)

α: 安全系数, (取 1.1~1.3)

N: 膜组件数量, (帘)

Q<sub>e</sub>: 单帘膜组件曝气量, (Nm<sup>3</sup>/帘.h) 参考值: 2.5~5 Nm<sup>3</sup>/帘 .h

#### 4.5.5 污泥回流泵

当系统设置单独膜池时, 需要在膜池内设置污泥回流泵, 保证好氧池和膜池内污泥浓度不变。如果膜组件放置于好氧池内, 则不需要此污泥回流泵。

污泥回流泵流量为 3~5 倍 Q<sub>1</sub>, 扬程根据实际距离选择。

#### 4.5.6 清洗系统设计

- ◆ 系统外浸渍清洗指从生物池中取出膜单元, 在装满有规定药液的浸渍清洗箱(池)中浸泡一定时间, 分解附在膜表面的有机物等, 恢复膜间压差的方法。
- ◆ 作为系统外浸渍清洗装置, 需要有浸渍清洗箱(池), 提升机, 储药箱等。
- ◆ 在外清洗系统中应有曝气装置。

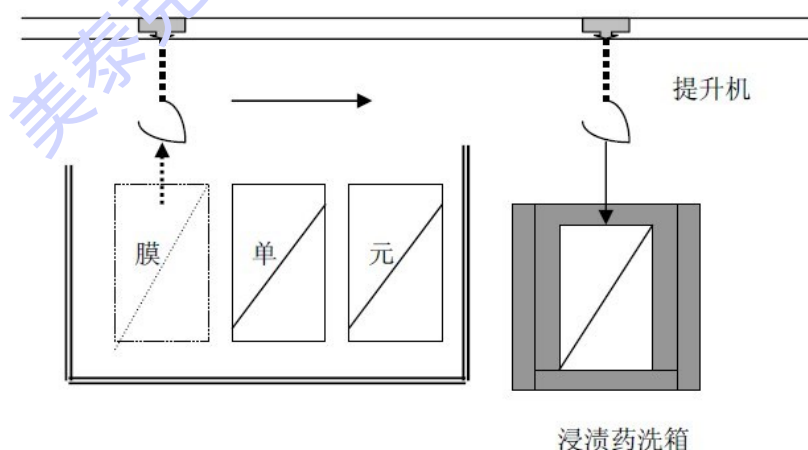


图 4-3 离线清洗示意图

#### 4.5.7 电控系统设计

控制系统包括：鼓风机，产水泵，反洗泵，加药泵的控制，以及各管路流量和压力的控制，生化反应参数的控制，液位的控制，产水水质参数的监测等。

整个系统运行包括常规运行过程、反洗过程、化学增强反洗过程，离线清洗过程，除离线清洗为手动控制外，其余全部为自动控制。其中常规运行 N1 个周期后进行一次反洗过程（N1 值可调），当经过 N2 次反洗过程后进行一次化学增强反洗（N2 值可调）。运行过程详见步续表。电控系统的设计要求应包括但不限于此。MBR 系统的工作模式见图 4-4。

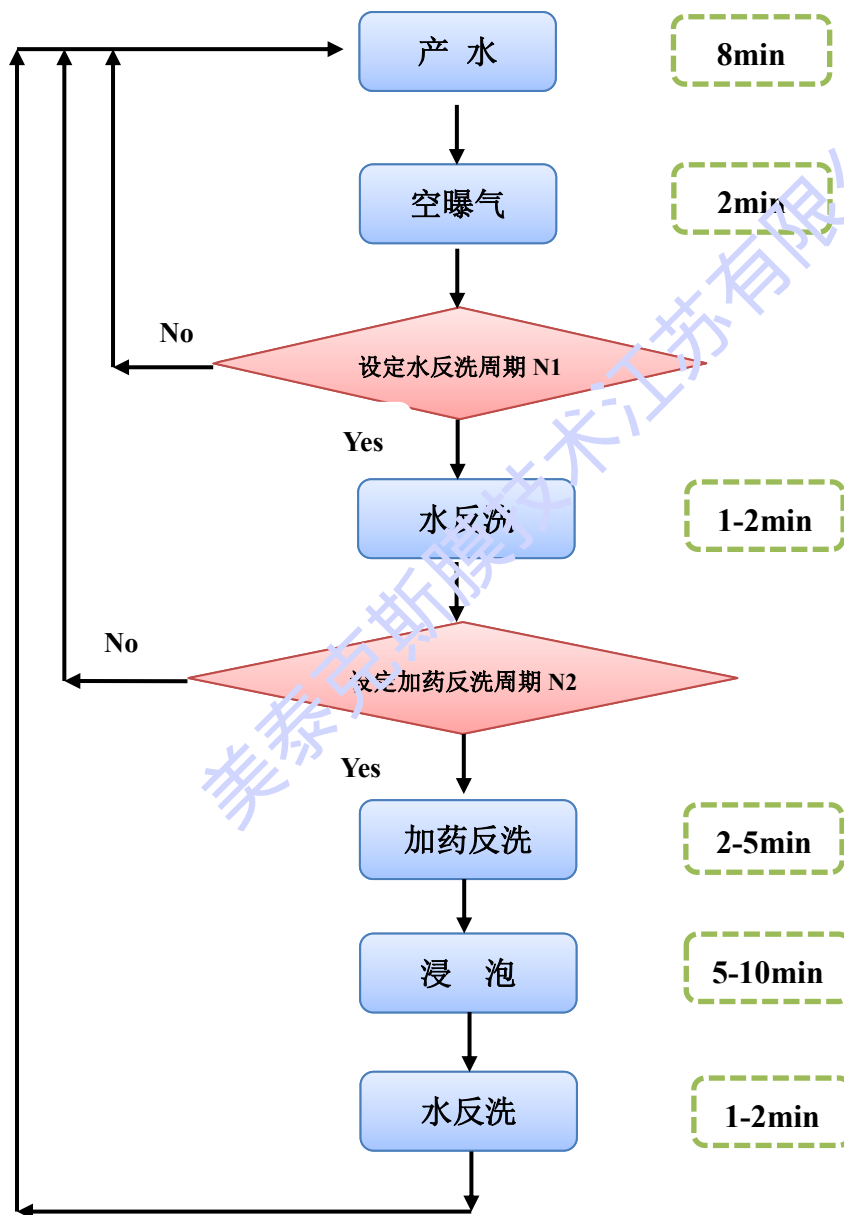


图 4-4 MBR 系统运行步骤

(1) MBR 系统的工作模式见图 4-4，常用的工作模式的设定一般为：

分类	工作周期 (min)	运行时间	空曝气时间
A	10	8	2
B	10	9	1
C	15	12	3
D	20	17	3

以上所设定的工作周期模式，需根据具体的污水情况进行确定，当原水水质较好，膜污染的速率较慢的情况，可以适当提高工作时间（要根据实验数据确定），缩短空曝气时间，我公司推荐 A 的工作模式，为“开八停二”控制，即产水过程运行 8min 后停止，进行 2min 的空曝气过程。

图 4-4 MBR 系统步续表

项目	常规运行 (周期 N1)		水反洗 (周期 N2)	化学增强反洗		
	产水	空曝气		加药反洗	浸泡	水反洗
产水泵	◎					
反洗泵	◎		◎	◎		◎
加药泵				◎		
产水阀 V2	◎					
反洗水箱进水阀 V4	◎	◎				
反洗阀 V3			◎	◎		◎
产水泵进水阀 V1	◎					
污泥回流泵	◎	◎	◎			◎
风机	◎	◎	◎			◎



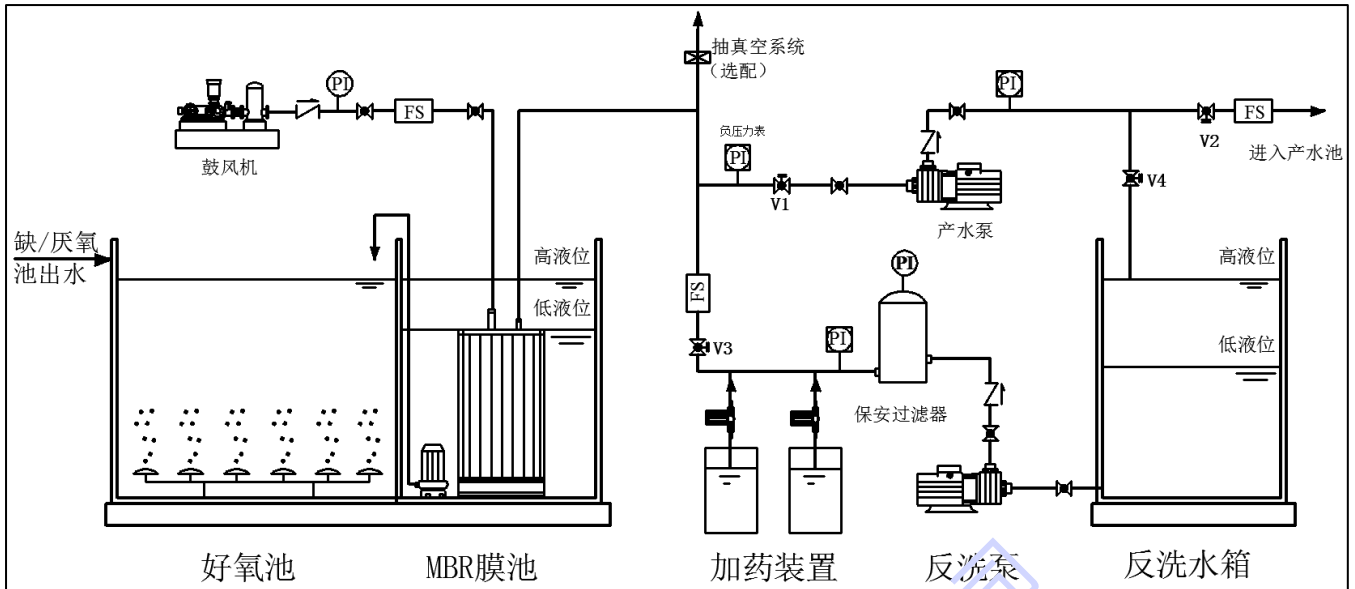


图 4-5 工艺流程图

(2) 产水泵的控制：产水泵按照“开八停二”控制，同时受液位传感器的检测信号自动控制运行。膜组件工作时的液位不得低于反应器内的低液位（膜组件距液面上表面 500mm），低于该液位，膜组件应停止产水。

(3) 反洗泵控制：除按照步续表中控制外，受反洗水箱液位传感器控制运行，低液位停止运行，液位恢复后方可启动。

(4) 系统设定 3 个压力传感器，所有压力报警在手动和自动状态均受控制：

- 气体压力传感器压力低于设定值，系统报警，系统停机，可能风机或管路出现故障，需要人工复位后启动；
- 反洗压力传感器：当压力高于设定值时，系统报警，说明膜组件可能污堵或管路阀门故障，人工复位后方可启动；
- 产水泵压力传感器，压力高于设定值，系统报警停机。

(5) 可以选择性配置产水流量、反洗流量、产水浊度、PH 等在线仪表，并设置其常规运行值范围，一旦超出此范围，系统报警。

## 4.6 膜单元分布

### 4.6.1 旋回流

在膜分离活性污泥法中，利用生物处理所必需的供给微生物氧的曝气形成旋回流，同时进行膜清洗。在此过程中由曝气管中供给的空气均匀吹向纤维膜，使膜丝产生摆动，利用曝气形成的活性污泥流进行膜清洗，如下图 4-6 所示

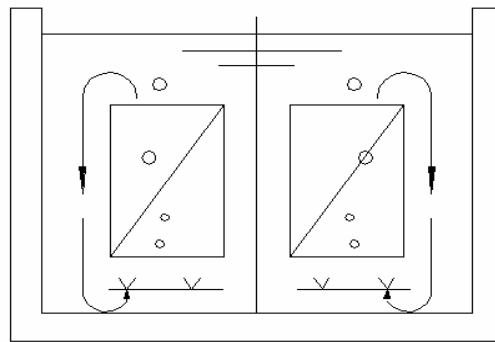


图 4-6 旋回流示意图

- 1) 膜下部产生的曝气，在膜组件内部发生上向流。使用上向流和空气气泡来清洗膜；
- 2) 在膜区形成上向流很关键，因此必须确保与上向流相均衡的下向流区域。这样形成均匀的上向流和下向流，并在膜生物反应池内形成大的旋回流，这是稳定运转所必需的条件。

#### 4.6.2 平面布局

- 1) 膜组件单元的平面布局尽可能位于曝气槽内的中央，并确保前后左右有足够的空间。空间为膜组件外形尺寸的 30%以上。在膜生物反应池内设置膜组件时平面布局建议如下图 4-7。

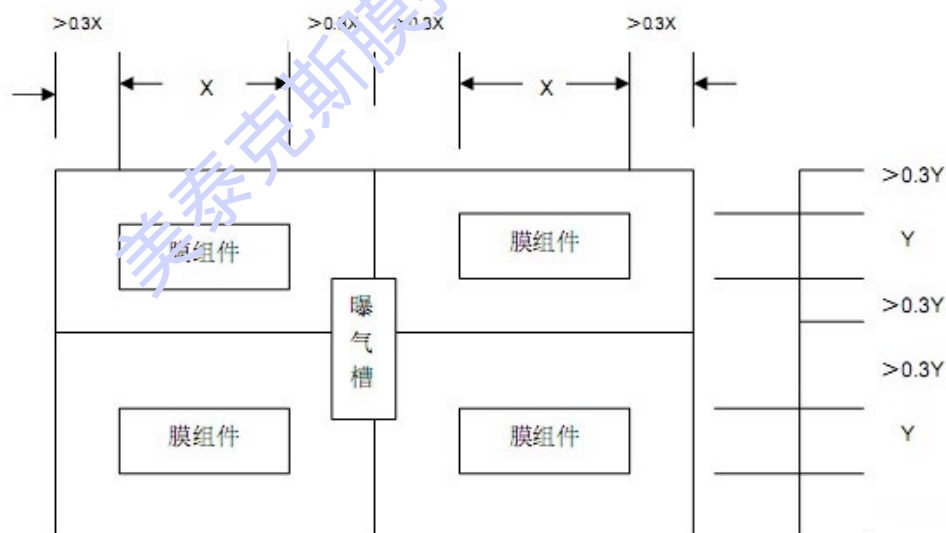


图 4-7 平面布置示意图

注：图中 $>0.3X$  和 $>0.3Y$  处 $<300\text{mm}$  时，以 300mm 为标准

- 2) 帘式膜组件要按膜丝垂直方向安装，上、下集水管的间距，要比膜组件自然垂直的尺寸短

一些（约短 15~30mm），为了保证膜丝具有较好的松弛状态。

3) 膜单元中，建议每帘膜组件之间中心距距离 $\geq 60\text{mm}$ 。

4) 采用多个单元时，每个膜单元之间都必须保证 1) 中所述空间。

#### 4.4.3 断面布局

以正常运转时最低水位为准，设计本组件的断面布局，以确保上下空间。

对于膜组件的上下部，确保以下空间：

(1) 膜组件的上面至水面（最低水位）的距离，最低 500mm。

(2) 曝气管可以置于膜组件间或膜组件底部，曝气管与组件之间的参考距离 100 mm。

(3) 曝气管与曝气池（箱）底面之间的距离 150~250 mm 之间，最低不能小于 150 mm。断面布局如下图 4-8 所示。

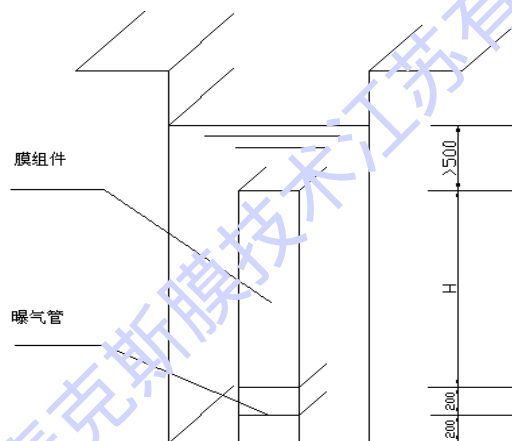


图 4-8 断面布局示意图

一般说来此种布局目的是为了确保形成均匀的旋回流空间。布置时请确保膜组件的上部和下部有足够的空间，使膜区内部的上向流和膜区外部的下向流处形成均匀的旋回流。

## 五、MBR 膜组件使用指南

### 5.1 MBR 系统工艺特点及介绍

膜生物反应器（MBR）是把膜技术与污水处理中的生化反应结合起来的一门新兴技术，也称作膜分离活性污泥法。最早出现在 20 世纪 70 年代，目前在世界范围内得到广泛应用。

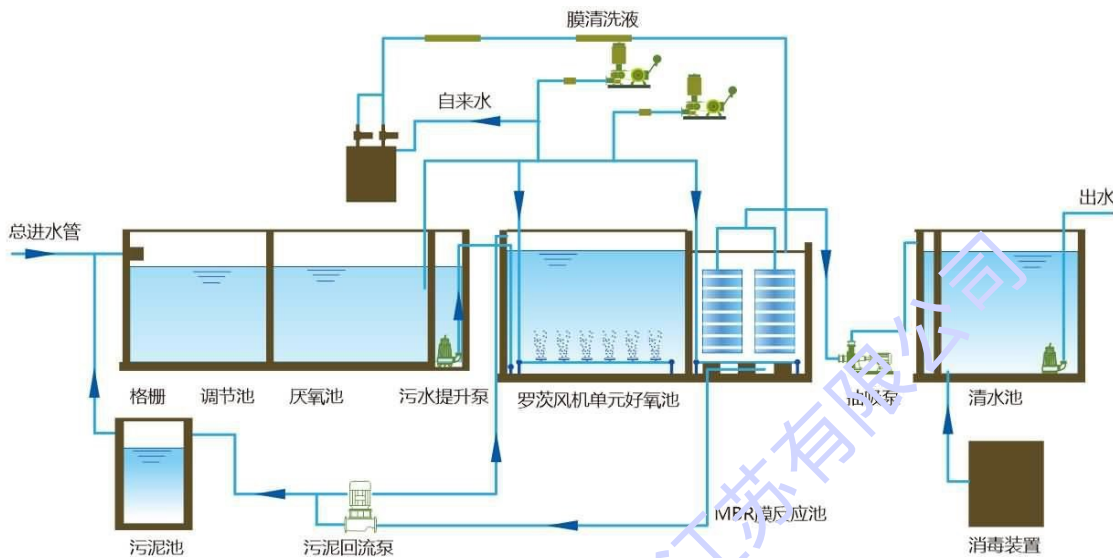


图 5-1 MBR 工艺流程示意图

膜生物反应器（MBR）用膜对生化反应池内的含泥污水进行过滤，实现泥水分离。一方面，膜截留了反应池中的微生物，使池中的活性污泥浓度大大增加，进而降解污染物的生化反应进行的更迅速更彻底，另一方面，由于膜的高过滤精度，保证了出水清澈透明，得到高质量的产水，取代了传统的二沉池工艺。

膜生物反应器（MBR）的类型根据膜的使用方法不同分为内置式和外置式两种。内置式是将膜直接浸渍于生化反应池中，直接从膜元件中抽取净水，而外置式则是用泵将生物反应池的泥水混合物通过膜组件进行错流过滤循环，得到洁净的透过水。内置式膜生物反应器由于操作压力低，膜的通量相对较小，膜面积的使用量较大，而外置式膜生物反应器由于是在泵的压力下大流量循环错流过滤，膜的通量较大，使用的膜面积较小，但动力消耗较大。我公司生产的 MTX~L/C 系列帘式膜组件是专门适用于内置式膜生物反应器的膜组件。

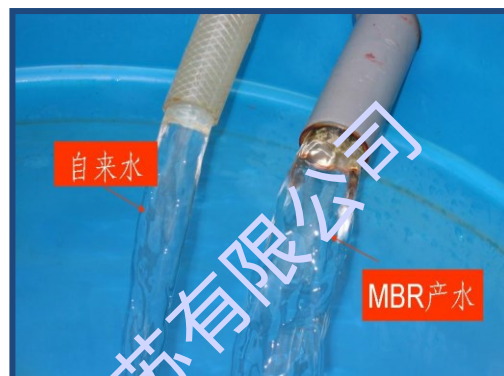
#### MBR 工艺特点：

- （1）由于膜的高效截流作用，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）和污泥泥龄（SRT）的完全分离，使运行控制更加灵活稳定。
- （2）反应器内的微生物浓度高达 8000~12000mg/L，生化效率高，耐冲击负荷强。

- (3) 污泥泥龄 (SRT) 长, 有利于增殖缓慢的硝化细菌的截流、生长和繁殖, 系统硝化效率得以提高。
- (4) 反应器在高容积负荷、低污泥负荷、长泥龄条件下运行, 剩余污泥排放量少。
- (5) 膜分离使污水中的大分子难降解成分在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的降解效率。
- (6) 系统自动化程度高, 采用 PLC 控制, 可实现全程自动化控制。
- (7) 模块化设计, 结构紧凑, 占地面积小, 运行费用低廉。



生活污水处理前和处理后水质对比



自来水和MBR出水水质对比

## 5.2 MBR 运行管理

### 5.2.1 跨膜压差的管理

跨膜压差是进行膜的运转管理方面最重要的指标。因此, 建议至少一天确认数值一次, 并进行记录。

- 1) 按照本公司推荐的标准流量运转时, 由泵抽吸经膜组件出水引起的初始膜间压差为 1 米水柱左右。但是, 配管的架设方法和仪表类的位置不同, 压差计 (真空计) 的显示值会有所不同, 敬请注意。
- 2) 初始使用膜组件时 (过滤运转时), 记录初始压差  $P_1$ 。长期进行活性污泥的过滤时, 膜表面产生污染物的吸附, 膜间压差会缓缓上升。
- 3) 除了膜间压差外, 需要对 MLSS 浓度和 COD、原水水质、处理水质等进行的监控, 和一般的水处理系统一样。

### 5.2.2 清洗管理

- 1) 为了把上升的膜间压差降低到接近初始状态, 并且长期稳定运转膜组件, 建议定期在线加药反洗和离线清洗。

2) 通常把初始压差定为  $P_1$  加上必须进行药品清洗的压力变化值 (20kPa) 后的压力作为  $P_2$  ( $P_1+20\text{kPa}=P_2$ )。运转达到规定时间后, 根据膜间差压与  $P_2$  的大小相比, 决定药品清洗的方法, 是选用加药反洗或系统外浸渍清洗。

3) 当膜间压差较高或长时间过滤不实施药液清洗, 会使膜表面的附着物固结, 固结后即使实施药液清洗, 也得不到良好的清洗效果。因此, 跨膜压差的监视对膜分离活性污泥法的运行管理非常重要。

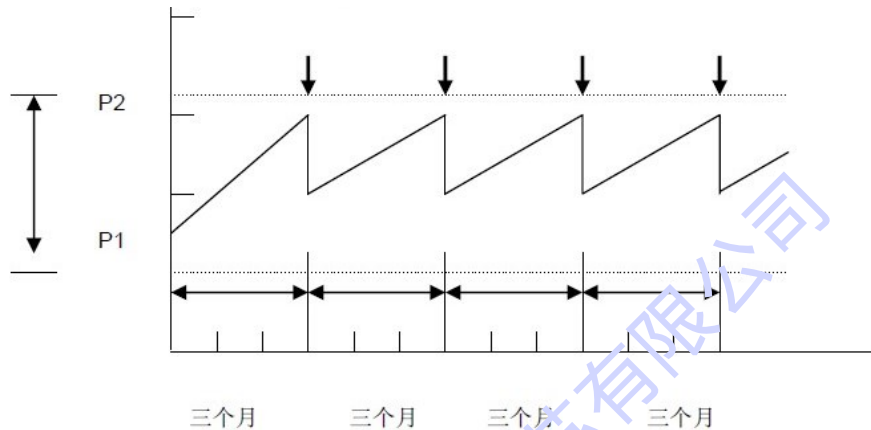


图 5-2 压差示意图

### 5.2.3 在线加药反洗步骤

在线加药反洗是指膜组件浸渍在活性污泥池中的状态下, 从产水管把规定的药液反向注入到中空纤维膜内部, 并通过膜微孔渗透到原水侧, 杀灭膜内外表面的细菌并分解冲脱附在膜表面上的有机物等, 恢复膜间压差的方法。此时, 事先停止过滤。详细步骤参见步续表。

**清洗药液:** 次氯酸钠或二氧化氯

**有效氯浓度:** 300~500mg/L

注: 药液遍及到膜组件整体的同时, 确保同膜表面附着物的接触时间足够也很重要。并且, 注入药液过程中以及静置过程中, 务必停止曝气。继续曝气时, 药液扩散、稀释到槽整体, 导致膜表面清洗效果差。

### 5.2.4 系统外浸渍清洗步骤

MBR 系统运行一段时间 (具体时间根据水质情况而定) 后, 出现产水量下降、压差增加现象。虽然系统设计了在线反洗过程, 但是长时间连续运行后还是会有污染物质不断在膜丝表面积累。再用物理清洗已经没有效果或者效果很小了, 这时需用化学药剂对系统进行离线清洗。

离线清洗是将膜组件从膜生物反应池中取出, 放入单独的清洗池中, 清洗、浸泡一段时间, 从而使膜表面附着的有机物分解、降低膜间压差、恢复膜通量的方法。

### (1) 清洗药剂选择

污染源	清洗药剂	药剂浓度
有机物（蛋白质）、胶体等污染	氢氧化钠	0.2~5%
微生物污染、藻类	次氯酸钠等氧化性杀菌剂	500~3000ppm
无机物污染 (如铁、Mn、结垢离子等)	酸性清洗剂	盐酸 (0.3~1%) 柠檬酸 (2%) 草酸 (0.3%)

- ★ 表中是标准条件，根据原水水质或附着物的不同而有所变化。
- ★ 除了使用盐酸，还可以使用草酸（0.3%）、柠檬酸（2%）、硝酸（0.2%）等进行清洗。
- ★ 根据市场销售的药剂浓度的不同而有所差异，另外，浓度随季节的转换有所变动。建议使用药物前，采用实验等方法进行确认以后再使用。
- ★ 标准药液温度为 20~30℃。
- ★ 处理工业废水时，根据废水中含有的物质的种类不同，如果都用通常的药液清洗，有时清洗效果不理想，这时候，有必要分析污染物的种类并进行污染物筛选实验。例如，附着了大量无机盐的情况下，采用酸清洗来恢复压差。但是，在进行这种特殊的清洗时，有必要确认一下膜组件对药液的耐受性；因此，请务必事先与我公司联系。

**注：**当系统受到多种污染物的污染时，需用以上药剂配合清洗，这时清洗完一种药剂进行下一种药剂清洗前需将设备中的残留药液用清水冲洗干净后，方可进入下一清洗阶段。

### (2) 清洗步骤

化学清洗一般包括：冲洗、配药、浸泡、循环清洗、清水冲洗等几个步骤，详细如下所述：

- ① 化学清洗前需要进行将膜组件吊出膜反应池来，用清水冲洗掉表面的活性污泥及杂物。
- ② 判断污染源，确定清洗药剂。
- ③ 配置清洗药剂，如果药剂为固体，需要将药剂溶解后再投入清洗水池，确保清洗池内固体药剂完全溶解。
- ④ 开启曝气，使清洗池内药剂完全混合均匀后，记录药剂初始 PH 值或有效氯含量，放入膜组件。
- ⑤ 开启曝气系统约 30~60min，浸泡 1~2h，依次循环。每种药剂的清洗时间 3~24h

(视实际水温、污染情况调整)。

⑥清洗过程中每间隔 1h 需要测量并记录清洗药剂的 PH 或有效氯数值，如果该数值发生变化，需要及时补加药剂，使其恢复至初始状态。

⑦化学清洗温度在 25~30℃时，清洗效果最佳。

⑧一种药剂清洗完毕后排空药剂，并用清水将膜组件洗至中性。再进行下一种药剂清洗。

⑨所有药剂全部清洗完毕后，用清水清洗膜组件，保证系统无药液残留，方可进行产水。

### 5.3 膜组件的保存方法

1) 在膜分离活性污泥法中使用过的膜组件，暂停使用，长期保存时，也必须要在系统外湿润状态下保存。

2) 湿润状态下保存时，请按下面的步骤进行。

- 把要保存的膜组件从水槽中取出，水洗之后，进行系统外浸渍清洗。
- 系统外浸渍清洗之后，往水槽中加入 3%亚硫酸氢钠溶液，把膜组件浸入其中。在阴暗处保存。要避免阳光直射。
- 长期保存时，保护液有消耗，为了防止微生物繁殖、腐败，请以每月 1~4 次这样的频率补充和更滑保护液。另外，在寒冷地区，注意防止保护液结冰。
- 再次使用保存的膜组件时，因为膜的表面附着微生物，所以要在重新使用开始之前，用 300mg/L 的次氯酸钠进行浸渍清洗。

☞ 注：膜组件湿润后，必须保证一直处于湿润状态！

### 5.4 中空纤维膜的评价

膜组件的更换时间，请根据以下两条判断。

(1) 离线清洗的频率≤1 个月。

在本文所述的通常的使用条件下，膜组件的寿命大约是 5 年到 8 年。但是随着膜组件使用时间的延长，及时进行了化学清洗，压差也不能完全恢复，且压差上升速度加快，通量很快下降，使得清洗频率增加，甚至低于一个月，这种情况建议更换膜组件。



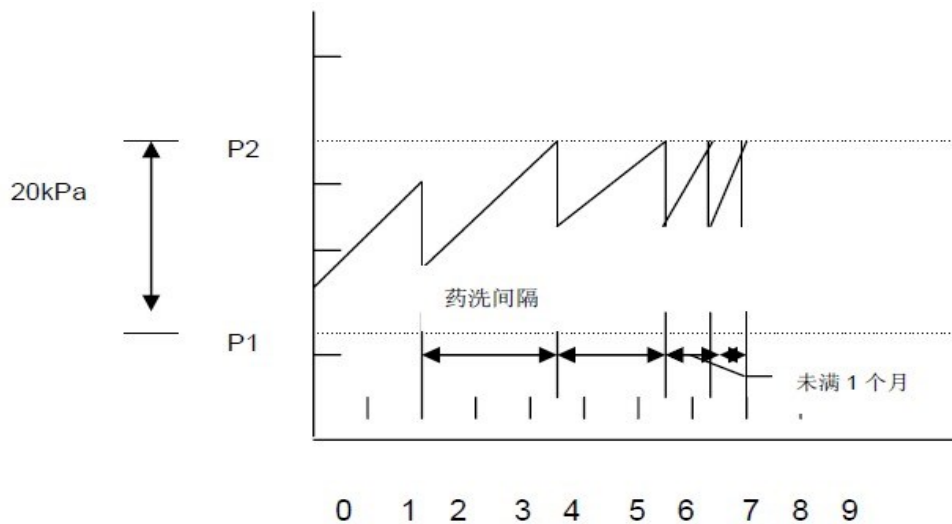


图 5-3 清洗周期示意图

## (2) 拉伸强度和伸缩度

通常，在一般的运转条件下，经过 3~5 年的使用，中空纤维的拉伸强度和伸缩度都会有所降低。此属于正常的老化，在能满足处理需要的情况下，没有必要更换膜组件。当拉伸强度和伸缩度的值下降到一定比例时，容易出现断丝现象，使得出水水质受到严重影响，这时有必要进行更换膜组件。

## 六、注意事项

### 6.1 安全注意事项

在使用膜组件之前，请务必阅读以下注意事项，并请遵照执行。

☞ 使用化学药剂进行清洗时，有的药剂可能对人体有害。使用药剂时务必小心，在进行运行时，请务必戴好防护眼镜，手套等保护用品。万一不小心溅到衣服和皮肤上时，请根据产品安全数据表针对各类不同药物进行适当的处理。

☞ 如果在用药剂清洗过程中感到装置有异常情况时，请立刻终止清洗。

### 6.2 使用膜组件时的注意事项

为了最大限度地发挥膜组件的性能，请注意以下事项。

(1) 在使用膜组件之前，请不要将膜组件浸湿，必须注意防潮。

- (2) 膜组件是用高分子材料制成的，使用或使用时应注意要轻拿轻放防止掉落。
- (3) 请按膜丝垂直方向安装使用膜组件，并按前面所讲要求，保持一定的松弛度。如果拉紧安装会降低清洗效率，甚至对膜丝造成无法修复的损伤，敬请注意。
- (4) 请勿使膜组件接触容易造成膜组件老化的药液。
- (5) 请不要弄弯膜组件的集水管部分，安装时请勿扭曲避免造成膜组件损坏。
- (6) 请不要弯折、压挤中空纤维膜丝。
- (7) 移动膜组件时，不要拿膜丝部分，要双手拿两边的集水管部分。避免只拿一边集水管以防抖动，使膜丝受力伸长，造成损坏。
- (8) 含有可能使膜组件膨润的有机溶剂，化学药品的废水，不要让它通过膜组件。
- (9) 安装使用或移动膜组件时，一定要注意不要让工具、配管及机器等损伤中空纤维膜丝。
- (10) 请不要过量对膜组件进行曝气，避免对膜丝造成损伤。
- (11) 用化学药剂清洗时，请在适合条件下进行。若药剂使用错误的话，膜组件性能会下降，或导致中空纤维膜丝的破损，敬请注意。
- (12) 膜组件使用后，请勿脱水存放。因为膜丝从湿态转化为干态过程中，膜的组织结构会发生变化，膜孔会闭合，失去透水性。
- (13) 在寒冷地区，注意不要让水槽中的水结冰。
- (14) 由于污泥部分驯化期较长，请在污水系统调试完毕后，再放入膜组件，整体调试。

### 6.3 设计膜组件时的注意事项

1. 根据废水的性质选择合适的膜通量，以及根据设计 MBR 池内的污泥浓度选则合理的生化系统的运行参数。
2. 膜分离池中除了供给抖动膜组件的气管外，根据生化系统的设计情况还可以设置其它的曝气装置如微孔曝气装置，这样可以有更好的溶氧效果以便提高生化处理效果。
3. 膜分离池内的结构要有利于池内水流和气流的流动。
4. 在膜单元数量较多的情况下，考虑到维护管理的方便，可以采用分组并联运行的方式。
5. 建议对膜分离池使用专用的鼓风机（膜分离池用的鼓风机不和曝气池用的鼓风机兼用）。
6. 过滤方式为抽吸过滤。
7. 如设计和使用过程遇到具体问题请及时与美泰克斯膜技术江苏有限公司联系解决。

膜组件耐药性表（25℃）

酸类	碱类	酒精类	有机溶液类	其他溶液
醋酸 5% ◎	氢氧化钠 0.3% ◎	甲醇 100% ×	酯类 ×	次氯酸钠 100mg/l ◎
醋酸 30% ○	氢氧化钠 0.5% ○	乙醇 20% ◎	酮类 ×	过氧化氢溶液 100mg/l ◎
醋酸 100% ×	氢氧化钠 1.0% △	乙醇 95% ×	卤素炭化酸 ×	海水 ◎
硝酸 5% ◎	氨水 2.5% △	IPA 50% △	煤油 ×	纯净水 ◎
硝酸 20% ×		甘油 100% ○	汽油 ×	
磷酸 25% ◎				
磷酸 80% △				
硫酸 5% ◎				
硫酸 30% ○				

上表符号：◎可使用，○短时间可使用，△按条件可使用，×不可使用

注：本表是按本公司的浸渍实验结果制作而成。实际使用，请贵公司再次确认。

### 👉 特别提示：

本使用说明书是根据我公司产品适用实验结果所制定，仅供参考！

另外由于无法控制用户的使用方法和使用条件，美泰克斯膜技术江苏有限公司不承担由于使用本样本的信息和数据所造成的后果以及对产品的安全性和实用性的保证。同时由于技术改进和产品的更新换代，所以资料都会适时的调整，不另行通知。

## 七、典型设计案例

### 7.1 项目概况

设计处理能力：15000m<sup>3</sup>/d

原水水质：市政污水

系统处理工艺：前端 A<sup>2</sup>O 工艺+MBR+深度处理

### 7.2 膜组件用量计算

$$N = \frac{1000 * Q}{24 * 0.8 * S * F} = \frac{1000 * 15000}{24 * 0.8 * 20 * 12.5} = 3125$$

N：膜组件数量，（帘），计算数值如果有小数点，进位取整数或者调整通量复核计算；

F：瞬时产水膜通量，LMH(L/m<sup>2</sup>.h)，本系统设计通量 12.5 LMH；

Q：处理水量，（m<sup>3</sup>/d）

S：膜组件有效膜面积，（m<sup>2</sup>）

### 7.3 膜架设计

作用：膜架用于放置膜组件，置于MBR膜池内，膜架包含进水管、进气管和曝气管。

参数：

$$U = \frac{N}{n} = \frac{3125}{104} = 30.04$$

U：膜架数量，（个）

N：膜组件数量，（帘）

n：每个膜架上膜组件数量，（帘），本次设计为 104 帘

由于膜架数量必须为整数，调整膜组件数量为3120帘，经过通量复核后为12.52 LMH，满足要求，所以最终膜组件数量为3120帘。

**膜架数量：**30个，每个膜池放置15个膜架，膜架为双层结构，每层设计安装52帘膜组件，每个膜架放置104帘膜组件。

**膜架尺寸：**L\*W\*H=2100\*1400\*4500mm，材质SS304。

## 7.4 产水泵

**作用：**自吸产水泵用于将膜组件产水输送至产水池或下一处理单元。系统设置两个膜池，分别独立运行，单独控制；每个膜池 15 个膜架，为保证瞬时处理能力，MBR 系统每个膜池目前设计分为 3 组控制运行，即 5 个膜架为一组。

**参数：**

$$Q1 = \frac{Q * \alpha}{3 * 24 * 0.8} = \frac{7500 * 1.1}{3 * 24 * 0.8} = 143.23$$

Q1：水泵产水量，(m<sup>3</sup>/h)

Q：单套膜池处理水量，(m<sup>3</sup>/d)

α：安全系数，(取 1.1~1.3)

**产水泵流量：**145 m<sup>3</sup>/h

**吸程：**5m

**扬程 (H)：**25m

**数量：**8台，其中6用2备

**材质：**铸铁

## 7.5 真空泵

**作用：**真空发生位置设置于抽吸泵前，产水管最高点，用于排出泵前管路内空气，确保整个抽吸制水过程顺畅进行。我建议，相关设备的选型，需满足在尽量短的时间（一般 1~ 3min 内）能够排空抽吸泵前产水管路内全部空气，以保证抽吸泵的顺利运行。

**参数：**

**流量：**4.6 m<sup>3</sup>/h

**数量：**2台

**材质：**水环SS304材质

## 7.6 反洗系统

**作用：**当系统经过一段时间产水过程后，膜丝表面有部分污泥富集，此时停止产水，从产水侧把等于或优于产水质量的水输向进水侧。由于水被从反方向透过中空纤维膜丝，从而松懈并冲

走了膜外表面在过滤过程中形成的污染物,恢复膜通量。有时候单纯的反洗不能恢复膜通量时,需要在反洗水中加入较低浓度化学药剂,通过反洗和浸泡,将膜表面在过滤过程中形成的污染物清洗下来,最大限度地减少 MBR 帘式膜的污染。

为保证系统处理水量,系统中两个 MBR 膜池共用一套反洗装置,交替反洗。

### ➤ 反洗泵

流量:

$$Q2 = \frac{S * N' * F' * \alpha}{1000} = \frac{20 * 104 * 5 * 25 * 1.1}{1000} = 260$$

Q2: 反洗水量, (m<sup>3</sup>/h)

F': 反洗膜通量, LMH(建议 15~30 L/m<sup>2</sup>.h), 本次设计取 25 L/m<sup>2</sup>.h

S: 膜组件有效膜面积, (m<sup>2</sup>)

N': 单次膜组件数量

α: 安全系数, (取 1.1~1.3)

扬程: 25m

数量: 3台, 两用一备

材质: SS304

### ➤ 反洗水箱

$$V1 = \frac{Q2 * T * \alpha}{60} = \frac{260 * 2 * 2}{60} = 17.33$$

Q2: 反洗水量, (m<sup>3</sup>/h)

α: 安全系数, (取 2.0~3.0)

V1: 反洗水箱容积, m<sup>3</sup> (不低于此计算值)

T: 每次反洗时间, min, 建议 1~5min

反洗水箱材质: PE/FRP/钢砼结构等

☞本次系统设计时, 将产水池与反洗水箱共用, 所以按照产水池容积设计即可。

### ➤ 反洗加药泵

$$Q3 = \frac{Q2 * C * \alpha}{1000 * C1} = \frac{260 * 500 * 1.1}{1000 * 10\%} = 1300$$

Q3: 反洗加药量, (L/h)

Q2: 反洗水量, (m<sup>3</sup>/h)

C1: 配置药剂浓度, %

α: 安全系数, (取 1.1~1.3)

C: 反洗药剂浓度, ppm

加药泵扬程: 50m

➤ 加药箱

$$V2 = \frac{Q3 * T * \alpha * M * D}{60} = \frac{1300 * 2 * 1.1 * \frac{1}{3} * 7}{60} = 100.1$$

V2: 加药箱容积, L (不低于此计算值)

Q3: 反洗加药量, (L/h)

$\alpha$ : 安全系数, (取 1.1~1.3)

T: 每次反洗时间, min(建议 2~5min)

M: 每天加药次数, 次/天

D: 使用天数, 建议选择 5~7 天

加药箱材质: PE/FRP 等

## 7.7 罗茨风机

作用: 提供气源, 供膜丝吹扫曝气使用。产水、反洗过程中使膜丝抖动, 防止活性污泥附着于膜组件表面, 防止膜组件污染, 保证系统稳定运行。

参数:

$$Q4 = \frac{Qe * N * \alpha}{60} = \frac{4 * 3120 * 1.1}{60} = 228.8$$

Q4: 风机气量, (Nm<sup>3</sup>/min)

$\alpha$ : 安全系数, (取 1.1~1.3)

N: 膜组件数量, (帘)

Qe: 单帘膜组件曝气量, (Nm<sup>3</sup>/帘.h) 参考值: 2.5~5 Nm<sup>3</sup>/帘 . h

风压: 参考池体有效水深和管路损失

数量: 3台, 2用1备

## 7.8 污泥回流泵

作用: 系统设置单独 MBR 膜池, 在产水的同时需要在膜池内设置污泥回流泵, 将膜池内的活性污泥回流至好氧池, 保证好氧池和膜池内污泥浓度不变。污泥回流泵流量为 3~5 倍产水量。

参数:

流量： 470m<sup>3</sup> /h

扬程： 15m

数量： 6 台，， 每个膜池设置 2 台， 备用一台

材质： 铸铁

综上所述MBR系统设备清单如下

序号	名称	规格型号	材质	数量	单位	备注
1	产水泵	Q=145m <sup>3</sup> /h 吸程 6m H=25m	铸铁	8	台	6用2备
2	反洗泵（离心泵）	Q=260m <sup>3</sup> /h H=25m	SS304	3	台	两用一备
3	真空泵(水环式)	Q=4.6m <sup>3</sup> /h N=7.5KW	水环 SS304	2	台	一用一备
4	MBR 膜组件	MTX-L20, 有效膜面积	PVF	3120	帘	
5	膜架	B*W*H 1.4*2.1*4.5m	SS304	30	个	
6	反洗加药计量泵	Q=1.3m <sup>3</sup> /h H=50m		1	台	
7	污泥回流泵	Q=470m <sup>3</sup> /h H=25m	铸铁	6	台	4用1备
8	风机（仅供膜组件曝气）	Q=115m <sup>3</sup> /min		3	台	2用1备
9	控制柜	PLC 触摸屏 电器元件 电缆线	静电喷涂	1	套	
10	配套仪表、阀门	气动阀门 手动蝶阀 流量计 液位计 压力传感器		1	批	
11	系统配套管路、阀门	DN250、100、80	UPVC/碳钢	1	批	
12	离线清洗加药泵	Q=3m <sup>3</sup> /h H=35m	PVC	3	台	
13	离线清洗加药箱	V=2m <sup>3</sup> N=1.5KW	PE	3	套	含搅拌器
14	行车	4T		2	座	