

The logo features the word "MEMSTAR" in a bold, blue, sans-serif font. The letter "M" is stylized with a blue-to-white gradient and a slight shadow effect. The background of the logo area consists of several overlapping, wavy, light blue lines that create a sense of motion and depth.

# 美能超滤膜产品手册

美能材料科技



声 明 .....	4
<b>第一章 超滤膜分离技术简介 .....</b>	<b>1</b>
1.1 膜分离过程分类 .....	1
1.2 超滤基本原理 .....	2
1.3 超滤相关术语 .....	2
1.4 超滤膜材料 .....	4
1.5 超滤膜的应用 .....	4
<b>第二章 美能材料科技 PVDF 中空纤维超滤膜 .....</b>	<b>5</b>
2.1 美能中空纤维超滤膜材料 .....	5
2.2 美能 PVDF 超滤膜特性 .....	6
2.3 美能 PVDF 超滤膜使用中的影响因素 .....	7
2.4 超滤膜的使用过程中造成损坏的因素 .....	7
2.5 美能 PVDF 超滤膜的应用领域 .....	8
2.6 超滤系统设计流程 .....	9
2.7 温度-通量校正曲线 .....	10
<b>第三章 美能 UF 压力式中空纤维膜组件 .....</b>	<b>11</b>
3.1 美能 UF 压力式超滤膜组件参数及特点 .....	11
3.1.1 型号含义 .....	11
3.1.2 美能 UF 压力式超滤膜组件参数 .....	11
3.2 美能 UF 压力式膜组件超滤系统设计 .....	14
3.2.1 组件选择 .....	14
3.2.2 通量选择 .....	14
3.2.3 进水水质要求 .....	15
3.2.4 工艺流程 .....	15
3.2.5 运行条件 .....	17
3.2.6 膜系统配套设备 .....	18
3.2.7 膜系统的主要检测参数 .....	20
3.2.8 压力式超滤系统的装置 .....	20
3.2.9 设计与运行注意事项 .....	21
<b>第四章 美能 SMM 浸入式膜组件 .....</b>	<b>22</b>
4.1 美能 SMM 浸入式超滤膜组件用途及特点 .....	22
4.2 美能 SMM 浸入式超滤膜组件参数 .....	23
4.2.1 型号含义 .....	23
4.2.2 SMM 浸入式超滤膜组件参数 .....	24
4.3 美能 SMM 浸入式膜组件超滤系统设计 .....	24
4.3.1 组件选择 .....	24
4.3.2 通量选择 .....	26
4.3.3 进水水质要求 .....	26
4.3.4 工艺流程图 .....	26
4.3.5 运行条件 .....	28
4.3.6 膜系统配套设备 .....	29
4.3.7 膜系统配套仪表 .....	29
4.3.8 膜装置 .....	30
4.3.9 设计注意事项 .....	31

# 声 明

## 本手册仅为设计与使用美能中空纤维超滤膜提供技术依据。

美能材料科技明确声明：

- 本手册作为美能 PVDF 中空纤维超滤膜产品选择和超滤系统设计的依据。在使用本公司产品之前，请认真阅读本手册。当您开始使用本公司的膜产品时，本公司认为您已经认真阅读了本手册。
- 本手册中提供的参数仅作为应用参考，用户应该根据实际过程需要建立自己的操作条件。在未考虑进料性质的情况下不要直接使用本手册中的参数。本公司所建议的工艺条件与参数不能作为对产品的安全性与适用性的保证，也不能对其他设计规范造成冲突。
- 对于本公司控制之外的产品使用（超出规定的极限条件、结冰、风干、结垢、撞击、锋利固体、污染物超出规定要求），以及由此产生的错误和疏漏，本公司不保证产品的最终性能，并对此不负任何责任。
- 本技术手册资料仅保证在发行时的正确性，不直接提供今后进行的更新信息，如果客户期望获得任何更新信息或有特殊的技术问题，建议登陆 MEMSTAR 网站 ([www.memstar.com.sg](http://www.memstar.com.sg))，也可同我们的销售和技术服务部门联系。
- 美能材料科技拥有本技术手册的版权，手册中的资料未经美能材料科技准许不得翻录。
- 本手册的最终解释权归美能材料科技所有。

## 第一章 超滤膜分离技术简介

超滤（简称 UF）是一种固液分离的技术，它的核心是一种膜俗称超滤膜。超滤是以压力为推动力，利用超滤膜不同孔径对液体进行分离的物理筛分过程，具有常温、低压、无相变、能耗低、效率高、操作简便等特点。目前在饮用水净化、工业用水处理、饮料、生物、食品、医药、环保、化工、冶金、石油等许多方面已得到广泛应用。按美国材料协会（ASTM）定义，超滤膜的分离孔径应小于  $0.1\mu\text{m}$ 。

### 1.1 膜分离过程分类

在膜法液体分离技术领域，从分离精度上划分由粗到精分为四类：微滤（MF）、超滤（UF）、纳滤（NF）和反渗透（RO），如图 1-1。

微滤（Microfiltration），简称为 MF，截留颗粒直径  $0.1$  到数微米之间。微滤膜允许大分子和溶解性固体（无机盐）等通过，但会截留悬浮物、细菌及大分子量胶体等物质。微滤操作压力一般在  $0.01\sim 0.2\text{MPa}$  之间。

超滤（Ultrafiltration），简称为 UF，截留颗粒直径  $0.002\sim 0.1\mu\text{m}$  之间。超滤允许小分子物质和溶解性固体（无机盐）等通过，同时截留下胶体、蛋白质、微生物及大分子有机物，用于表示超滤膜孔径大小的切割分子量一般在  $1,000\sim 500,000$  道尔顿之间。超滤操作压力一般在  $0.05\sim 0.6\text{MPa}$  之间。

纳滤（Nanofiltration），简称为 NF，截留颗粒直径约  $0.001\mu\text{m}$  ( $1\text{nm}$ )。纳滤膜的操作区间介于超滤和反渗透之间，其截留有机物质的分子量约为  $200\sim 800$  左右，截留溶解性盐类的能力为  $20\%\sim 98\%$  之间，对可溶性单价粒子的去除率低于高价离子，一般用于除去地表水的有机物和色素、地下水的硬度和部分溶解盐、食品和医药生产中有用物质的提取、浓缩等。纳滤操作压力一般在  $0.5\sim 1.5\text{MPa}$  之间。

反渗透（Reverse Osmosis），简称为 RO，截留颗粒直径小于  $0.001\mu\text{m}$  ( $1\text{nm}$ )。反渗透能有效截留所有的溶解盐份及分子量大于  $100$  的有机物，同时允许水分子通过，主要用于苦咸水及海水淡化，锅炉补给水，工业纯水及饮用纯净水生产，废水处理。反渗透操作压力一般在  $1\sim 10\text{MPa}$  之间。

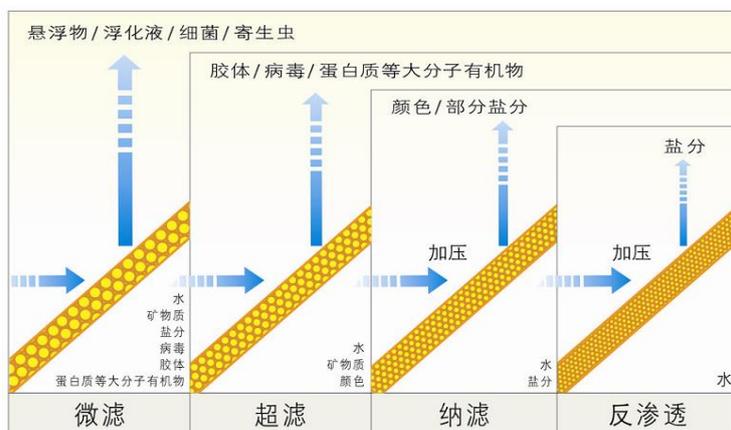


图 1-1 膜分离功能示意图

## 1.2 超滤基本原理

超滤是一种以膜两侧的压力差为驱动力，以超滤膜为过滤介质，与膜孔径大小相关的筛分过程。超滤膜表面的微孔只允许水及小分子物质通过而成为透过液，而体积大于膜表面微孔径的物质则被截留在膜的进液侧，成为浓缩液，从而实现原液的净化、分离和浓缩的目的，如图 1-2。

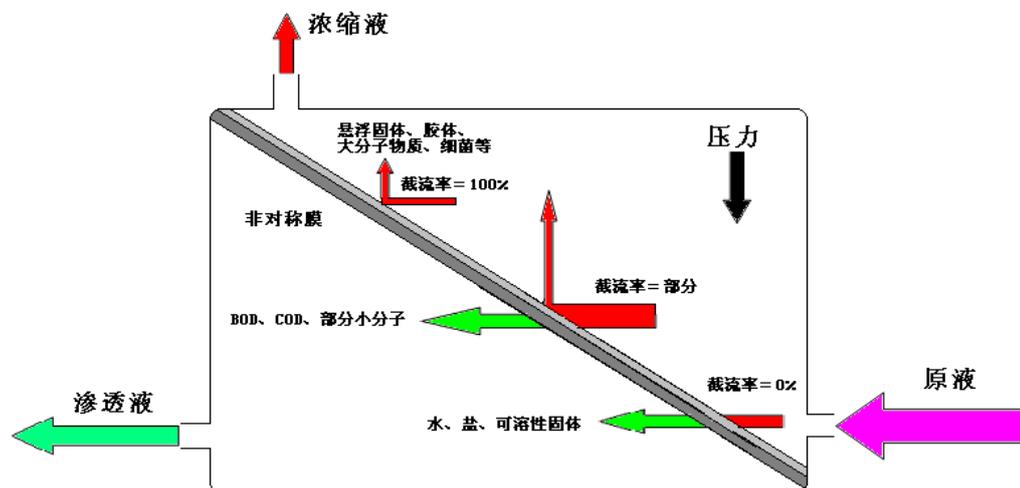


图 1-2 超滤膜的截留范围

超滤可以将原液中的胶体物质、大分子物质、颗粒、细菌、病毒和原生动动物等进行截留，通过浓缩液排放、冲洗和化学清洗而去除。

## 1.3 超滤相关术语

**膜丝：**指中空纤维膜。

**膜组件：**指由中空纤维膜丝、壳体、封端树脂等组合成的单一过滤元件，也称为膜元件。

**膜装置：**指由一个以上的膜组件用管件与支撑架（膜架）集成为一过滤单元，也称为膜组器。

**膜系统：**指由一个以上的膜装置配合其他设备、仪表等组成的可实现过滤操作的成套设备。

**原水：**指膜系统进水。如地下水、地表水、污水、海水或城市自来水。

**透水率：**是指在 25℃ 水温和 0.1MPa 水压下，单位时间内、单位膜面积所透过纯水的体积。  
(单位：升/小时·平方米·0.1MPa)

**截留率 (R<sub>0</sub>) 与切割分子量 (MWCO)：**膜丝上微孔的形状和大小并非完全一致，常使用截留率和切割分子量两个参数来共同衡量，截留率是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。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 0.002 至 0.1 微米之间，其对应的切割分子量约为 1,000—500,000。

**孔径分布：**相同切割分子量的超滤膜因膜丝上孔径大小分布的不同，其分离的效果也会有所差异，通常使用泡压法来测定超滤膜的孔径的分布，超滤膜上的孔径大小应均匀一致，孔径分布曲线窄，截留性能敏锐，选择性好。

**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

时的最低压力。泡点测试常常用来检测膜的最大孔径。

**断裂强度与伸长率：**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伸长率来表征。一般使用电子单纱测力仪测量单根膜丝的断裂强度和伸长率。

**死端过滤：**原液中的水分子全部渗透过超滤膜，没有浓缩液流出，当原液中被分离物质浓度很低时，为了降低能耗，通常采用死端过滤，或称为全量过滤。

**错流过滤：**在过滤时有一部分的浓缩液体从超滤膜的另一端排掉，当原液中能被膜截留的物质浓度很高时，膜的过滤阻力增长很快，此时多采用错流过滤。

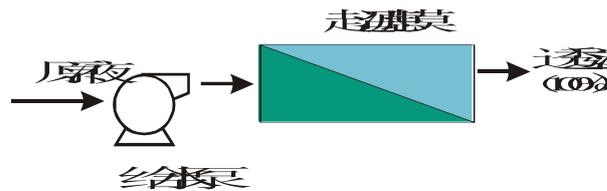


图 1-3 死端过滤示意图

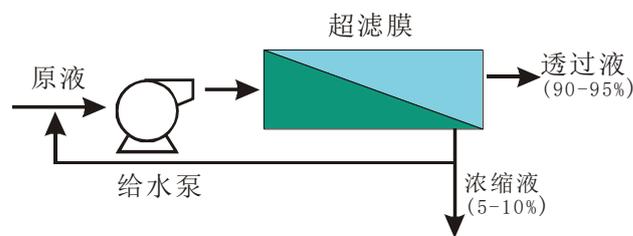


图 1-4 错流过滤示意图

**内压式过滤：**原液从膜丝内孔进，经压力差驱动，沿径向由内向外渗透过中空纤维成为透过液，而截留的物质汇集在中空纤维膜丝的内孔时为内压式过滤。

**外压式过滤：**原液经压力差驱动沿径向由外向内渗透过中空纤维膜丝成为透过液，而截留的物质汇集在中空纤维膜丝的外部时为外压式过滤。

**跨膜压差（TMP）：**表示水透过膜的实际所需的驱动力，计算为原水侧的平均压力与产水侧平均压力的差。

**回收率：**超滤净水产量（去除反洗所需用水量）与总原水量的比值。

**膜污染：**被膜截留而沉积在膜表面的物质导致膜通量的衰减。通常需要采用化学或者物理方法清除膜表面的污染物，恢复膜通量。

**反洗：**将超滤透过液从膜丝内侧（产水侧）在一定压力作用下流向膜丝外侧（原水侧）。

**浓差极化：**引起被截留的悬浮物在膜表面聚集的现象。通常提高膜丝表面液体的切向流速可以有效降低浓差极化的现象。

**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。

**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。

## 1.4 超滤膜材料

可以用来制造超滤膜的材料很多，包括聚偏氟乙烯（PVDF）、聚醚砜（PES）、聚丙烯（PP）、聚丙烯腈（PAN）、聚氯乙烯（PVC）等。90年代初，聚醚砜在商业上取得了应用，而90年代末，性能更优越的聚偏氟乙烯（PVDF）超滤膜开始被广泛地应用于水处理行业。目前聚偏氟乙烯（PVDF）和聚醚砜（PES）成为制造中空纤维超滤膜的重要材料。

## 1.5 超滤膜的应用

近30年是超滤技术迅速发展的时期，超滤分离技术被广泛地应用于饮用水制备、食品工业、制药工业、工业废水处理（如制革废水、电镀废水、线路板废水等）、金属加工、生物产品加工、石油加工等领域。

大规模的水处理通常集中在以下方面：饮用水供水终端、地表水处理、海水淡化和污水回用。

### ● 饮用水处理

由于对饮用水的质量要求越来越严格，水处理公司投入越来越大的精力来控制供水管网中存在的微生物的量。为了做到这一点，一种方法是进行昂贵、频繁的水质检验，另外就是在供水终端设置防止细菌和病毒进入的屏障。

采用UF系统，可以非常方便的建成这样的屏障。超滤膜对细菌的去除率可以达到6log，对于病毒的去除率达到4log，因此水厂和用水者都不必再担心细菌和病毒的问题。由于饮用水的质量本身就很高（浊度和悬浮固体都非常低），因此此时的膜系统可以采用很高的膜通量。同时较高的入水条件，因此水清洗频率和化学清洗的频率都可以非常低，回收率可以达到99%。如果需要还可以设立二级超滤系统，将第一级的清洗水进一步回用。

### ● 地表水处理

超滤系统可用在地表水处理上，处理后的水用于灌溉或作为反渗透的进水，来制备纯净水。

### ● 海水淡化预处理

世界上很多沿海地区淡水资源比较缺乏，解决的方法是将海水淡化制取淡水。最早人们通常采用蒸馏技术，从十九世纪60年代，反渗透等技术被用于这些地区的缺水问题。但是，许多反渗透海水淡化系统面临着反渗透膜污染严重的问题。主要因为反渗透系统的传统的预处理方法无法提供可靠的进水水质。超滤系统可以非常有把握的控制海水的水质，为反渗透系统提供高质量的入水，保证反渗透系统的稳定运行。

### ● 污水回用

随着工业发展，水质污染情况日益严重，同时淡水资源越来越缺少。超滤为污水的回用提供了一种有吸引力的解决办法。城市污水经超滤处理后，完全可以做为工业用水，甚至是饮用水来使用。除了上面的应用外，超滤技术还应用在其他领域。

## 第二章 美能材料科技 PVDF 中空纤维超滤膜

### 2.1 美能中空纤维超滤膜材料

美能材料科技以 PVDF 为基础膜材料，经过了特殊的亲水化处理，膜丝在保持 PVDF 优良特性（如耐温、耐氧化、耐光老化、耐酸碱、耐化学药品、耐污染等）的基础上，增加了表面亲水性，使美能膜丝具有更好的通量和抗污染性能。

美能膜制造工艺分为溶液相转移法（NIPS）与改进热致相分离法（3G-TIPS、4G-TIPS）。其工艺条件的差别见表 2-1。

表 2-1 美能膜制造工艺

项目	NIPS	3G-TIPS	4G-TIPS
材料	PVDF 与添加剂	PVDF 改性	PVDF 改性
成膜温度(°C)	70-90	210-240	210-240
膜孔形成	同步	后处理	后处理
孔隙率 (%)	70-80	70-80	70-80
成膜	凝聚	结晶	结晶
晶形	无定型, ( $\alpha$ -, $\beta$ -, $\gamma$ -) 混合	( $\alpha$ -) 为主	( $\alpha$ -)

美能 NIPS 方法生产的膜经济实用，亲水性好。美能 3G-TIPS、4G-TIPS 工艺生产的膜解决了 NIPS 膜化学稳定性相对较差，机械强度相对较低，以及普通 TIPS 膜亲水性差的问题，同时保持了 TIPS 膜化学稳定性好，机械强度高的特征。美能 3G-TIPS、4G-TIPS 可以形成不同的孔径，其中 4G-TIPS 具有更高的强度，尤其适用于 MBR 项目。膜产品的性能比较见表 2-2。

表 2-2 膜工艺与膜性能

项目	NIPS	3G-TIPS	4G-TIPS
拉伸强度 (MPa)	~2	~8	~16
公称孔径 (um)	0.02-0.2	0.02-0.45	0.04-0.45
通量	一般	很高	很高
耐 NaOH	<0.50%	>5%	>5%
耐臭氧	很低	高	高
耐酸	>5%	>5%	>5%
耐 NaClO (ppm)	>5000	>10000	>10000
破裂压 (MPa)	0.2-0.4	> 0.6	> 1.0

## 2.2 美能 PVDF 超滤膜特性

- 良好的亲水性

美能 PVDF 超滤中空纤维膜经过特殊的亲水化处理，膜丝具有永久的亲水性能，水接触角由未改性前的约  $90^\circ$  降为  $40-60^\circ$ 。可以在较低的跨膜压力下，得到很高的水通量，同时提高膜丝的耐污染性能。

- 过滤精度高

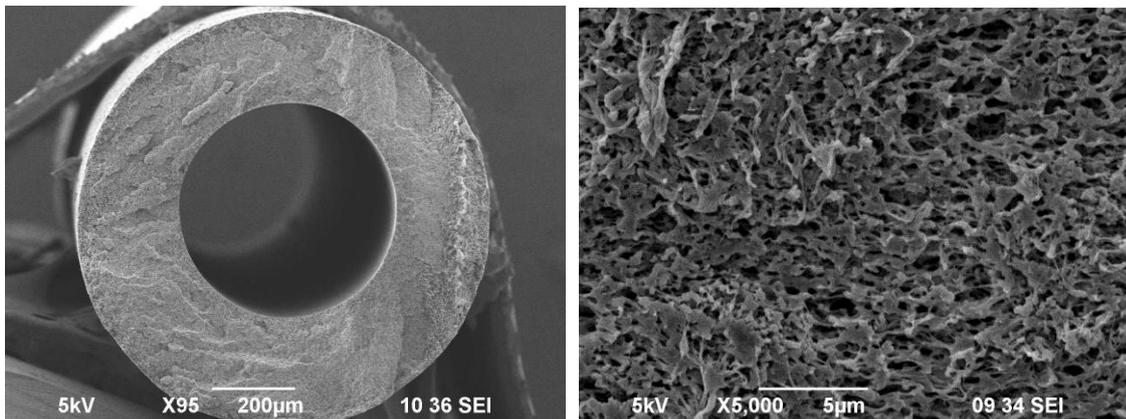


图 2-1 美能 PVDF 超滤中空纤维膜外表面和截面结构

美能中空纤维超滤膜具有均匀的  $0.04\mu\text{m}$  的微孔（如图 2-1），可以除去微生物、胶体、藻类以及其他引起浑浊的物质。超滤膜产品的公称孔径系列包括  $0.04\mu\text{m}$ 、 $0.02\mu\text{m}$  等。

美能公司也可制造大于  $0.1\mu\text{m}$  孔径的微滤膜，微滤膜产品系列产品包括  $0.2\mu\text{m}$ 、 $0.45\mu\text{m}$  等，可用于悬浮物、乳化液、细菌和寄生虫等的去除，与超滤膜相比运行通量更大能耗更低。

- 良好的机械强度

超滤膜的机械强度大小反映了膜抵抗断丝的能力，是评价超滤膜质量优劣的一项重要指标，机械强度由膜的断裂强度和断裂伸长率来表征。图 2-2 为断裂强度和伸长率（100mm 样品）测定曲线。

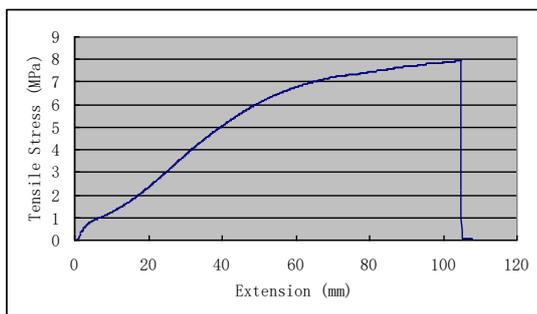


图 2-2 断裂强度和伸长率

美能十分关注膜的机械强度，通过配方和工艺改进，使得美能产品具有良好的断裂强度和断裂伸长，使用中不易出现断丝现象。

- 寿命长、抗污能力高

美能材料科技采用优质的 PVDF 为原料，使美能的超滤中空纤维膜具有良好的耐化学腐蚀、耐氧化及耐老化等性能。同时 PVDF 材料能赋予膜产品良好的耐污性能。

美能膜材料具有极强的耐久力，因此可以使用各种方法反复清洗，以除去污染物和恢复通量。

- **稳定的产品性能**

公司从原材料供应、制备工艺和产品检测入手，保证原料质量稳定、制备过程中前后一致的精确控制以及产品 100% 的检测，确保不同批次的产品具有稳定的通量、过滤精度和稳定的操作压力。

## 2.3 美能 PVDF 超滤膜使用中的影响因素

- **压力影响**

在不高于一定压力的范围内，超滤膜的产水量与压力成正比关系，即产水量随着压力升高而增加。但是膜污染情况随着操作压力的增高而加重。

- **温度影响**

温度对超滤系统的产水量的影响是比较明显的，温度升高水粘度降低，粘滞性减小，故产水量增加，反之则产水量减少，因此即使是同一超滤系统在冬天和夏天的产水量也会有一定的差异。

- **原水水质影响**

进水浊度大时，易引起超滤膜的堵塞，对超滤膜的产水量产生较大影响。

- **其它影响因素**

包括膜表面切向流速、原液污染物类型、过滤方式、膜组件结构型式、其它设计和使用条件等。

## 2.4 超滤膜的使用过程中造成损坏的因素

设计和操作人员应该采取各种措施保证膜组件在使用过程中不受损坏，包括：

- **油污染**：油污会改变膜的表面性质，使膜的通量减低甚至消失，在使用过程中应严格控制进料的油含量。
- **结垢**：膜表面的结垢，如 CaCO<sub>3</sub> 等的沉积会引起膜的机械性能降低甚至折断。
- **机械损伤**：由于未设格栅或栅孔过大导致尖锐的物体进入膜系统割伤或割断膜丝，是造成膜丝机械损伤的主要原因。
- **风干**：膜使用后应一直保持湿润状态，缺水风干后的膜会失去通量。
- **中空纤维膜丝的断裂（断丝）**：膜在运输、储存与使用过程中由于过度的外力或结垢等原因，可能造成断裂，少量的断丝不会对产水造成明显影响。大量的断丝会造成产水的浊度上升。
- **低温**：膜组件在结冰时，会导致膜丝脆断。

## 2.5 美能 PVDF 超滤膜的应用领域

- **饮用水处理**

使用美能 PVDF 超滤膜，可以非常方便的从饮用水中去除细菌、微生物、铁锈等。

- **地表水处理**

美能 PVDF 超滤膜可以应用在地表水处理上，制备净化水。

- **污水处理**

市政污水和工业污水经美能超滤膜处理后，可以作为回用水，甚至可进一步处理后作为饮用水来使用。

- **海水淡化预处理**

美能超滤膜可以为海水淡化反渗透系统提供高质量的预处理，保证反渗透系统的稳定运行。

- **其他应用领域**

美能 PVDF 超滤膜还可以在其他很多领域得到应用，如替代传统的沙滤等过滤方式；中水回用；直饮水系统；取代混凝沉淀砂过滤等常规处理；食品、生物、医药工业用水的除浊、除菌、净化；果汁饮料处理及葡萄酒除浊；中药提取液除浊精制；电泳漆回收；乳胶的回收；家庭污水处理；回收乳清中的蛋白质；酶的提取；明胶浓缩；蛋白质回收等。

## 2.6 超滤系统设计流程

超滤系统的设计过程中首先需要确定采用压力式膜工艺还是浸入式膜工艺。原则上尽可能用选择压力式膜工艺。表 2-3 可以为设计人员提供参考。

超滤系统的设计过程中需考虑到很多因素，如水源中的杂质浓度、净化要求、水温等。图 2-3 所示的设计流程仅供参考。

表 2-3 工艺推荐

项目	压力式	浸入式
进水浊度大于 300 NTU	3	1
进水浊度 100-300 NTU	2	1
进水浊度 20-100NTU	2	2
进水浊度小于 20NTU	1	2
饮用水	1	2
海水淡化	1	2
MBR	3	1
混凝沉淀后水回用	1	2
特殊分离	1	2

1-优先选用；2-可选用；3-不可选用

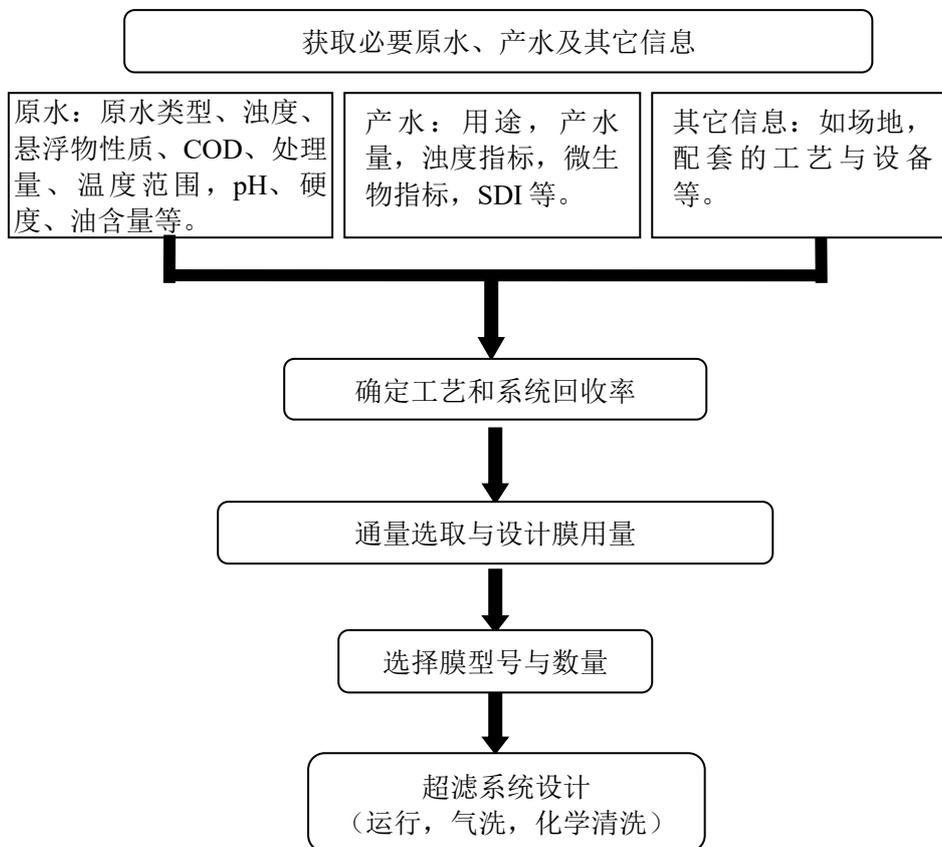


图 2-3 超滤系统设计流程

## 2.7 温度-通量校正曲线

对于使用温度变化较大的项目，在设计时需考虑温度校正。以 25℃为基准，设定系数为 100%，通量的温度校正系数= $0.0239 \times \text{水温 } C + 0.443$ ，适用温度下限为 5℃。

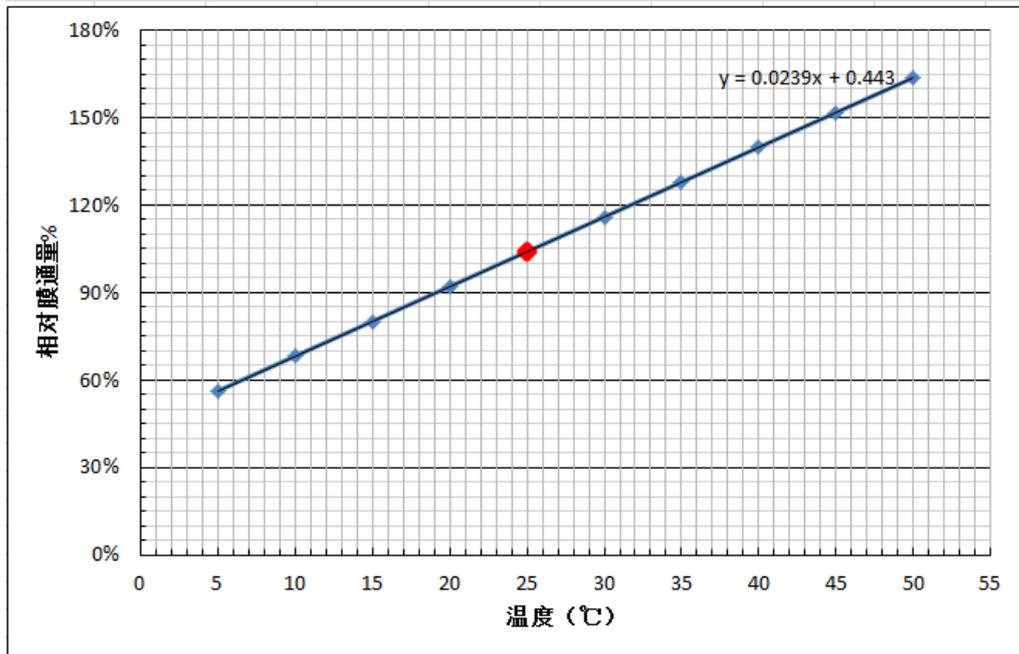


图 2-4 水温—通量校正系数曲线

某项目进水水温范围 10–24℃，95%概率为 14–22℃，依据水质选择 25℃下膜运行通量为 20LMH。通常可以按照 14℃设计膜通量。

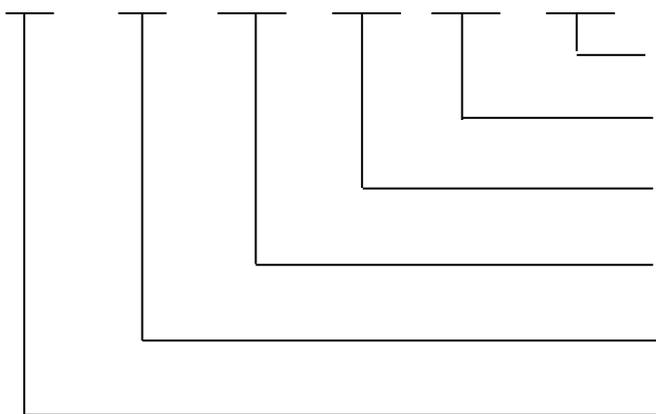
方法一：设计运行膜通量= $20\text{LMH} \times (0.0239 \times 14 + 0.443) = 15.6\text{LMH}$

方法二：查上图 2-4 得到 14℃下相对膜通量为 78%，设计运行膜通量= $20\text{LMH} \times 78\% = 15.6\text{LMH}$

## 第三章 美能 UF 压力式中空纤维膜组件

### 3.1 美能 UF 压力式超滤膜组件参数及特点

#### 3.1.1 型号含义



装填密度代号：A 改进型，大面积

产水口数量代号：无标识表示单端产水；D 表示两端产水

过滤方式代号：E 表示外压；I 表示内压

组件长度代号：15 表示标称长度约 1.5 米

组件直径代号：06 表示 6 吋

产品代号：UF 表示压力式

#### 3.1.2 美能 UF 压力式超滤膜组件参数

图 3-1 和图 3-2 分别为 6 吋与 10 吋压力式中空纤维膜组件外形尺寸。表 3-1 与表 3-2 分别列出了膜组件的产品基本参数。膜组件的基本参数见表 3-3。

表 3-1 6 吋压力式膜组件

标识	UF-0615E (A)	UF-0615ED (A)	UF-0620E (A)	UF-0620ED (A)
L1 (mm)	1386	1386	1856	1856
L2 (mm)	172	172	172	172
L3 (mm)	1730	1730	2200	2200
L4 (mm)	130	130	130	130
R (mm)	160	160	160	160
A	备用口	进水口/排污口	备用口	进水口/排污口
B	浓水口 DN32	浓水口 DN32	浓水口 DN32	浓水口 DN32
C1	产水口 DN32	产水口 DN32	产水口 DN32	产水口 DN32
C2	进水口/进气口/排污口 DN32	产水口 DN32	进水口/进气口/排污口 DN32	产水口 DN32
D (mm)	无此口	进气口 $\Phi 12/9.5$	无此口	进气口 $\Phi 12/9.5$

带“A”型产品说明：属于高填充密度、大面积、高产水量产品，新项目优先选择。

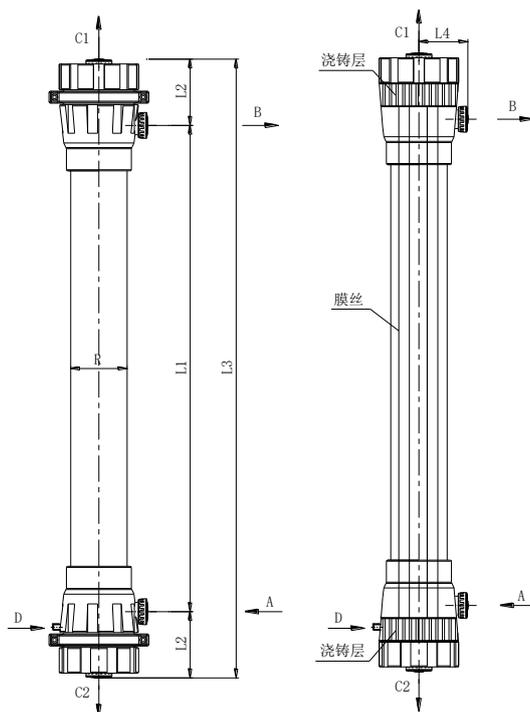


图 3-1 6 吋中空纤维膜组件外形尺寸

表 3-2 10 吋压力式膜组件

标识	UF-1010E (A)	UF-1015E (A)
L1 (mm)	1073	1606
L2 (mm)	1195	1730
L3 (mm)	76	76
L4 (mm)	44	44
L5 (mm)	172	172
R (mm)	250	250
A	进水口/排污口 DN50	进水口/排污口 DN50
C	浓水口 DN50	浓水口 DN50
B	产水口 DN50	产水口 DN50
D (mm)	进气口 $\Phi 25/19$	进气口 $\Phi 25/19$

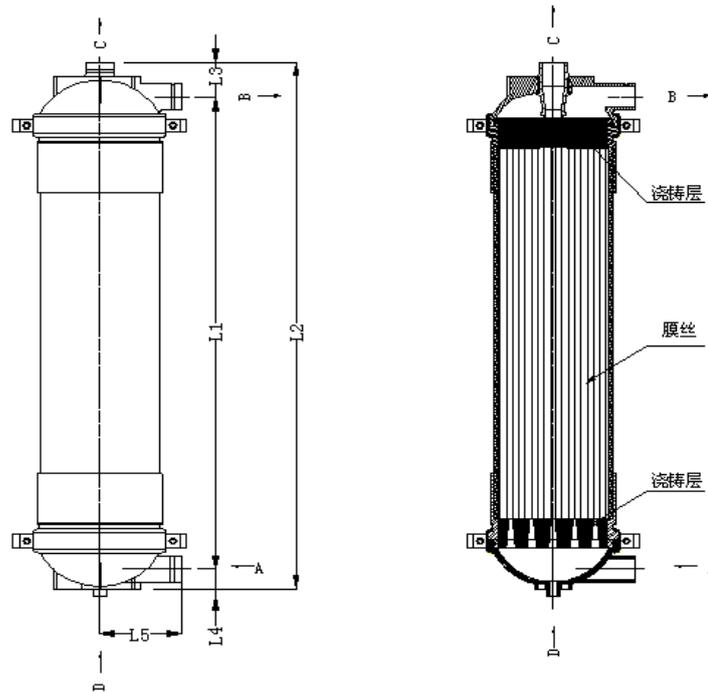


图 3-2 10 吋中空纤维膜组件外形尺寸

表 3-3 美能 UF 系列压力式中空纤维膜组件基本参数

参数	UF-0615E	UF-0615E A	UF-0615E D	UF-0615E DA	UF-0620E	UF-0620E A	UF-0620E D	UF-0620E DA	UF-1010E	UF-1010E A	UF-1015E	UF-1015E A	UF-1020E	UF-1020E A
膜材料	PVDF	PVDF	PVDF	PVDF	PVDF	PVDF	PVDF	PVDF	PVDF	PVDF	PVDF	PVDF	PVDF	PVDF
膜面积 (m <sup>2</sup> )	40	45	40	45	50	60	52	60	55	65	80	106	120	142
公称孔径 (μm)	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
过滤方式	外压	外压	外压	外压	外压	外压	外压	外压	外压	外压	外压	外压	外压	外压
壳体材料	UPVC/ABS	UPVC/ABS	UPVC/ABS	UPVC/ABS	UPVC/ABS	UPVC/ABS	UPVC/ABS	UPVC/ABS	UPVC/ABS	UPVC/ABS	UPVC/ABS	UPVC/ABS	UPVC/ABS	UPVC/ABS
密封材料	环氧树脂/PU	环氧树脂/PU	环氧树脂/PU	环氧树脂/PU	环氧树脂/PU	环氧树脂/PU	环氧树脂/PU	环氧树脂/PU	环氧树脂/PU	环氧树脂/PU	环氧树脂/PU	环氧树脂/PU	环氧树脂/PU	环氧树脂/PU
柱内体积 (L)	15	15	15	15	20	20	20	20	25	25	40	40	55	55
润湿后重量 (Kg)	24	24	22	22	30	30	30	30	35	35	44	44	54	54

美能还可提供公称孔径 (μm) 为 0.02 的超滤以及 0.2、0.45 的微滤产品。

### 3.1.3 美能 UF 压力式超滤膜组件产品特点

- **安全可靠**

美能 UF 压力式膜组件使用的 PVDF 膜丝具有 0.04 μm 的均匀孔径，保证了组件的过滤精度，确保产水水质合格、稳定。组件出厂前都经过了完整性试验，保证了组件在使用中安全、无泄漏。

- **进水适用范围广**

压力式膜组件采用外压式设计，可以采用死端过滤或错流过滤方式运行，相对于内压式膜组件对于进水最大颗粒尺寸的限制以及进水悬浮物浓度的范围更大，大大降低了过滤流道被堵塞的风险或几率，可对高悬浮物污水直接过滤，进水适用范围更广。

- **易清洗**

美能 UF 压力式膜组件采用的聚偏氟乙烯（PVDF）膜丝具有化学稳定性好，柔软，耐污染性能好。膜组件设计有压缩空气接口，可以采用气洗与化学清洗的方法高效地清除膜丝表面的污染物，恢复膜的通量。

- **设备紧凑、效率高**

膜组件装填密度大，单位体积的过滤面积高，使组件更为简单紧凑，设备占用空间小，能使用少量的膜组件进行大水量处理，效率高。

- **使用方便**

可以根据客户需要建成固定式或移动式，系统可采用自动控制系统，实现全自动化操作。

## 3.2 美能 UF 压力式膜组件超滤系统设计

### 3.2.1 组件选择

表 3-4 为建议的膜组件选择。所提供的资料仅供设计参考，用户在选用时可与本公司联系。

表 3-4 膜组件选择

型号	UF-0615E (A)	UF-0615ED (A)	UF-0620E (A)	UF-0620ED (A)	UF-1010E (A)	UF-1015E (A)
膜面积	40/45	40/45	50/60	52/60	55/65	80/106
特点	单端产水，外置吹扫气，带标准配件，可预装成装置，进入集装箱，膜架简单。	双端产水，内置吹扫气，带标准配件，可预装成装置，可进入集装箱。	双端产水，内置吹扫气，带标准配件，需现场装配。	双端产水，内置吹扫气，带标准配件，需现场装配。	单端产水，外置吹扫气，高度低，可预装成装置，进入集装箱。	单端产水，外置吹扫气，占地面积小，需现场装配。
推荐	替代项目	首选通用型	替代项目	大型项目通用型	适合有高度限制要求的项目	适合大型项目

建议新项目优先选择“A”型号产品，我司也可根据客户需要定制相应产品。

### 3.2.2 通量选择

通量为最重要的工艺参数。表 3-5 推荐了常见水源在不同地区（主要为最低温度差别）的通量参考值。选择较高的通量能减少膜的用量，但是会增加膜清洗维护的费用。选择较低通量增加了

膜的用量，但是会减低膜清洗维护的费用。

表 3-5 压力式膜组件通量建议参考值（25 摄氏度）

水源	建议通量 (LMH)
地下水及 I、II 类水源	60-120
河水及湖泊水库	50-80
海水	50-80
二沉池回用水	40-70
高浊水及工业废水	40-60

### 3.2.3 进水水质要求

美能建议 UF 系列压力式膜组件的进水水质见表 3-6。

表 3-6 UF 压力式膜组件对进水水质的要求

指标	允许范围
进水类型	自来水、地下水、地表水、海水或达到国家（中国）（GB8978-1996）二级排放标准的污水或相应的物料
pH 值	1~10, 对于易结垢原水需特别注意
浊度 (NTU)	可适用于高浊度进水类型 (<300NTU)
进料颗粒粒径	≤0.5mm (主要防止尖锐物质进入, 可适当放大)
进料中含油量	<2mg/L, 否则必须先进行除油预处理
硬度	视 pH 值、结垢倾向确定指标

### 3.2.4 工艺流程

图 3-3 是美能提供的双端产水组件 (UF-0615ED) 超滤系统的工艺流程图, 供用户参考。一般情况下需满足以下操作:

- 产水;
- 气水清洗;
- 药洗 (维护性与恢复性);
- 整体性检验 (自来水)。

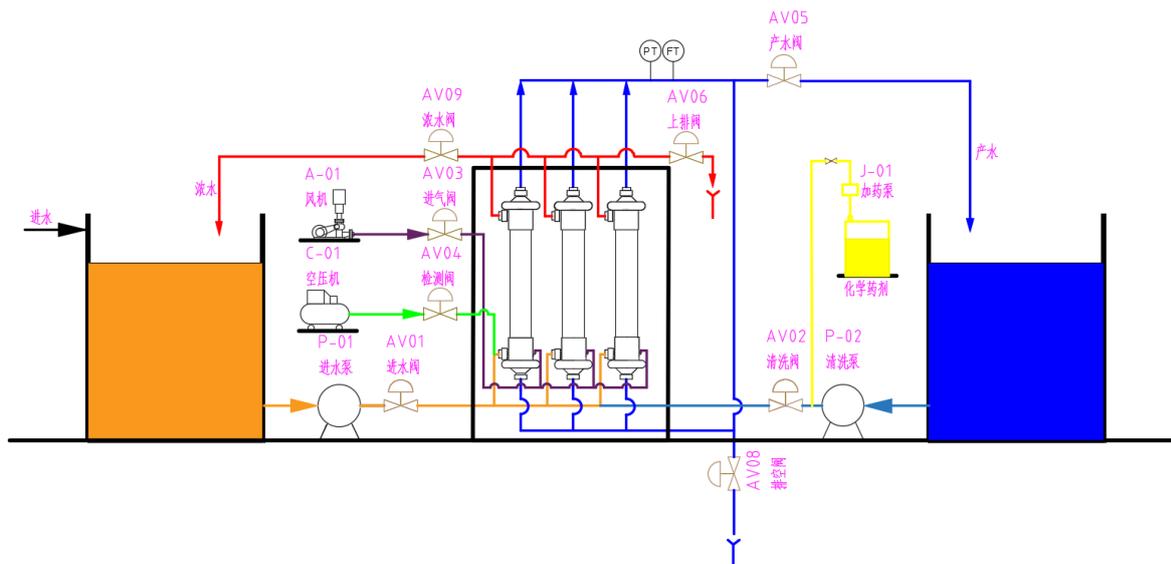


图 3-4 压力式膜组件工艺流程图

## a) 产水过程

一般维持 20-60 分钟，控制为恒流量。启动时先要将组件内空气通过浓水口排出，排气时间决定于组件体积。例如，UF0615ED 柱内体积为 15L，进水流量为 2.5M<sup>3</sup>/Hr，排气时间为至少为 22 秒。

## b) 气水清洗过程

为了及时清除累积在膜表面的截留物质，每隔一段时间（20-60 分钟）需要停止过滤，保持组件内充满水，以一定流量的空气从底部均匀进入膜组件，震荡膜丝，使膜丝表面形成的滤饼能洗脱下来。吹扫空气通过浓水口排出。气洗后的污水需要从底部排出。必须保证充分的排水时间以清除滤出颗粒物。对于高浊度的原水，需要第二次漂洗。其程序同上。组件内水也可用反洗方式提供。

## c) 维护性清洗过程

随着过滤时间的累积，一些污染物，如微生物及其代谢物与高分子物质等会附着在膜表面，难于用气水清洗除去。一般几天后需要用低浓度次氯酸钠进行维护性清洗。其清洗程序与气水清洗相似，只是加入了注入次氯酸钠的步骤，清洗时间较长。如果水中存在结垢物质如钙、镁离子，除了次氯酸钠外一定时间后也需要维护性酸洗。

## d) 恢复性清洗过程

有些污染物，用气水清洗难以除去，使跨膜压力逐步上升，一般几个月后需要用高浓度次氯酸钠与酸溶液进行恢复性清洗，使跨膜压力恢复正常。其清洗程序相似维护性清洗，只是加长了清洗时间，加大了次氯酸钠与酸的浓度。

在一些市政和工业污水处理场所会存在硅类的污染，可以采用高 pH 值的 NaOH 溶液清洗，但此种情况下要特别注意膜丝的耐碱性能，NIPS 膜丝耐碱性较差，建议存在硅类污染的项目选择耐碱性能更好的 TIPS 膜产品。

## e) 完整性检测

美能 UF 组件在出厂前都经过完整性检测。如果需要用户可对组件进行完整性检验和泄漏点修补。组件完整性检测的原理如下，将膜润湿后，在膜丝的一侧加入压缩空气，当气压低于泡点压力时，膜的气孔仍能保持润湿，除了扩散出来的极少量空气流外，没有明显的气流通过润湿的膜孔。但是若膜存在缺陷（如纤维断裂），则在远低于泡点压力下气流就会自缺陷处溢出，观察在膜丝充满液体一侧出现的连续气泡，或者检测充气一侧压力衰减情况，可以判断膜丝及组件的完整性。美能建议工艺中需要设立压力衰减检测装置与程序，尤其对于自来水供水系统，以确保完整性。设计与检验方法请与美能技术部门联系。

## 3.2.5 运行条件

美能膜建议的限制性参数见表 3-7。工艺设计参数见表 3-8。如有特殊要求美能提供专用膜组件。

表 3-7 限制性参数

项目	参数	备注
最大进水压力 (MPa)	0.3	膜组件长期耐压，如需达 0.5MPa，请订购时提出。
最大进气压力 (MPa)	0.1	完整性检测用
使用温度 (°C)	5~45	如需更高温度，请订货时提出
pH 值范围 (运行)	1~12	NIPS 膜丝 1~10 TIPS 膜丝 1~12
pH 值范围 (清洗)	1~14	NIPS 可到 12； 3G-TIPS、4G-TIPS 产品可到 14
运行方式	全量过滤或错流过滤	
跨膜压力 (MPa)	≤0.12	
系统回流量	0~30% (死端过滤为 0)	高浊度原水需要采用较大回流量

### 3.2.6 膜系统配套设备

- UF 供水泵：设计流量包括系统扣除膜操作单元清洗停止产水时间的实际产水量、清洗用水量、回流循环水量、预过滤器清洗水量及安全系数等；
- 预过滤器：为保护超滤系统膜丝完整性而必须设置的膜系统前置过滤器。过滤器孔径为 0.5mm。水量应与 UF 供水泵匹配。特定条件下可放宽孔径；
- 化学清洗泵：设计流量为设定时间内（一般选 1-3 分钟）充满一个膜操作单元清洗用水量。按表 3-3 的膜柱内体积加上管路计算；
- 空气吹扫风机：设计风量按同时进行日常吹扫和维护性清洗的膜操作单元数量进行计算，每个膜操作单元的用气量按每支膜组件的用气量乘以每个膜操作单元中的膜组件数量确定；
- 空压机：用于提供系统中气动阀操作用气和完整性测试（检漏程序）用压缩空气；
- NaOCl 加药泵及 NaOCl 加药罐：用于维护性清洗和恢复性清洗时投加次氯酸钠药剂。流量按药剂浓度与用量计算，如化学清洗泵以 200M<sup>3</sup>/hr 供清洗水，清洗用 10%NaOCl 稀释到 200PPM，则 NaOCl 加药泵的流量为 400L/Hr 或 6.7L/min。储药罐体积可按每次用药量与维护条件确定，如每次洗膜用 25L 10%NaOCl，每周两次，每月加药一次，则加药罐体积应大于 250L；
- 酸加药泵及酸加药罐：用于恢复性清洗时投加酸药剂，流量与体积计算同上；
- 碱加药泵及碱加药罐：用于特殊情况下恢复性清洗时投加碱药剂及酸洗用药剂的中和，流量与体积计算同上；
- 除氯剂加药泵及除氯剂加药罐：用于清洗水直接外排时去除水中游离氯的除氯剂投加，流量与体积计算同上。

表 3-8 工艺设计参数

过滤周期	20-60 分钟（进水浊度越高，过滤周期越短）	
气水清洗	气水清洗频率	每隔 20-60 分钟一次
	气水清洗前排气时间	根据组件柱内体积与进水流量计算。
	气水清洗时间	每次 30-120 秒
	气水清洗后排污时间	>15S (保持气压)
	清洗水源	原则上采用原水。如采用反洗方式则需用产水。
	单支组件进气量	3-7（典型值 5）Nm <sup>3</sup> /h.支（6 吋）； 8-15（典型值 10）Nm <sup>3</sup> /h.支（10 吋）
	供气压	超过膜组件水静压。如 UF-0615ED 约为 1700mmH <sub>2</sub> O 加管道阻力。
维持通量化学清洗	清洗频率	次氯酸钠每周 1-7 次，酸洗每月 1-2 次，一般根据试验结果与原水中污染物浓度与性质确定。如水源含较多有机质，需每天实行，而水源为自来水则可以每周实行。
	清洗时间	10-30 分钟（视实际水源确定）
	清洗水源	原则上采用原水，原水浊度较高，或与清洗药剂发生明显反应时，则采用其它水源。
	清洗药剂	次氯酸钠洗：100-200ppm（视实际水源情况可适当增减） 酸洗：0.2-0.3% HCl，硫酸，有机酸（只在有结垢情况下使用）。
	注意事项	清洗后需用至少清水漂洗一次。排放的化学物需进行处理或进入污水厂。
恢复通量化学清洗	清洗频率	3-6 月，或透水率下降到 50LMH（校正到 25° C 下），或有突发性污染发生时。
	清洗时间	60-120 分钟（污染严重时可适当延长）。
	清洗水源	原则上采用原水，原水浊度较高或与清洗药剂发生明显反应时，则采用其它水源。
	清洗药剂	酸洗：0.5-1.5%（典型值 1%）酸或硫酸或柠檬酸或草酸 次氯酸钠洗：500-3000ppm（典型值 1000 ppm）。
	注意事项	清洗后需用至少清水漂洗一次。排放的化学物需进行处理或进入污水厂。

### 3.2.7 膜系统的主要检测参数

以下运行参数必须设在线检测或有运行记录：

#### a) 系统监测

- 产水浊度；
- 产水温度；
- 进水流量；
- 进水压力；
- 气洗流量。

#### b) 膜操作单元

- 产水流量；
- 跨膜压力（可由进水压力监测推算），注意安装高度，注意压头损失。

### 3.2.8 压力式超滤系统的装置

图 4-5 为美能提供的压力式超滤系统的装置，供用户参考。

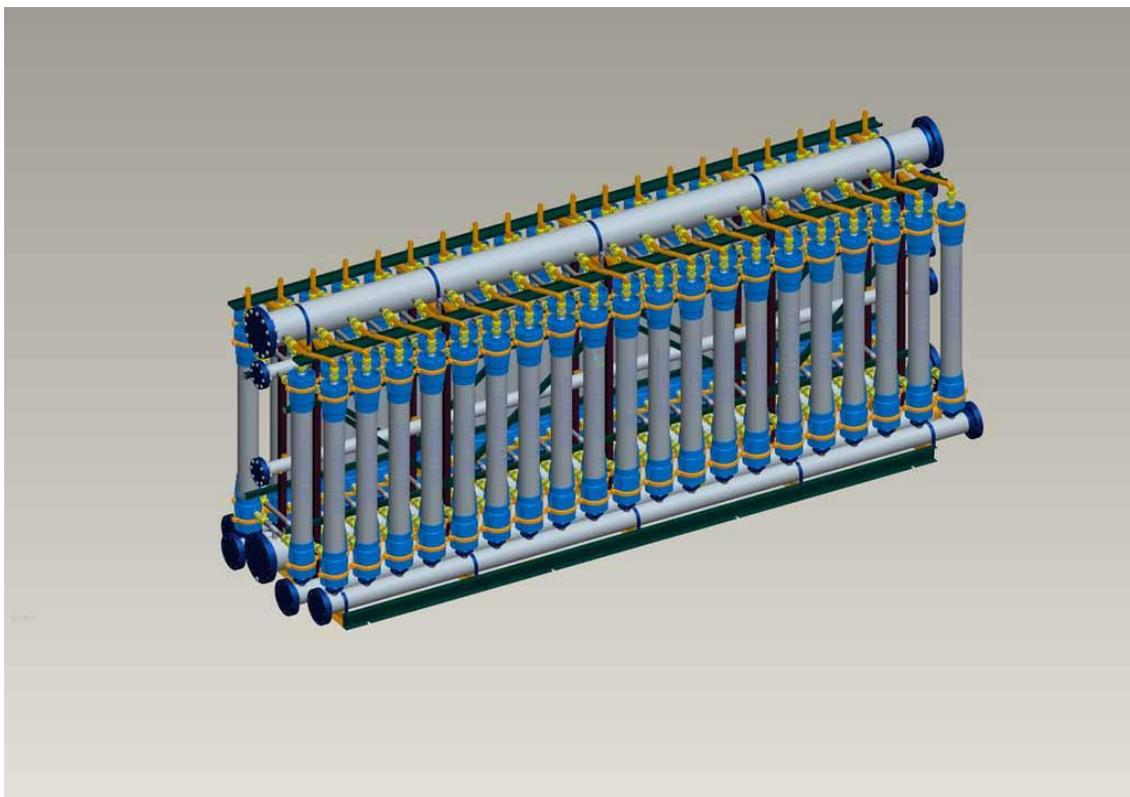


图 4-5 压力式超滤系统装置

表 3-9 为膜装置常用尺寸标准。

表 3-9 6 吋压力式 UF 膜装置（以 UF-0615ED 产品为例）

双列膜装置	40 支膜组件 (m)	L x W x H = 6.57 x 0.92 x 2.70
	60 支膜组件 (m)	L x W x H = 9.85 x 0.92 x 2.70
	70 支膜组件 (m)	L x W x H = 11.25 x 0.92 x 2.70
	80 支膜组件 (m)	L x W x H = 12.65 x 0.92 x 2.70
四列膜装置	80 支膜组件 (m)	L x W x H = 6.74 x 1.50 x 2.70
	120 支膜组件 (m)	L x W x H = 11.57 x 1.50 x 2.70
	140 支膜组件 (m)	L x W x H = 12.97 x 1.50 x 2.70
	160 支膜组件 (m)	L x W x H = 14.37 x 1.50 x 2.70

### 3.2.9 设计与运行注意事项

设计与运行时需特别注意以下事项：

- 1) 排气：系统启动时应从浓水口充分排出气体；
- 2) 排污：应设定足够排污时间使污染物从排污口流出；
- 3) 各装置启动的时间延迟与配合；
- 4) 管道连接防止水锤；
- 5) 需设系统完整性测试装置（饮用水）；
- 6) 需保证预处理可挡住大颗粒尖锐物质；
- 7) 需保证预处理可除去或降低结垢物质。

## 第四章 美能 SMM 浸入式膜组件

### 4.1 美能 SMM 浸入式超滤膜组件用途及特点

美能 SMM 浸入式膜组件主要用于膜生物反应器 (MBR) 与膜混凝 (化学) 反应器 (MCR)。

**膜生物反应器** (Membrane Bio-reactor, MBR) 是一种由膜分离单元与生物处理单元相结合的新型水处理技术, 以膜系统取代二沉池, 在生物反应器中保持高活性污泥浓度, 减少污水处理设施占地, 并通过保持低污泥负荷减少污泥量。与传统的生化水处理技术相比, MBR 具有以下主要优点:

- 1) 能够有效地进行固液分离, 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;
- 2) 膜的高效拦截作用使微生物完全截流在反应器内, 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;
- 3) 反应器内的微生物浓度高, 耐冲击负荷能力强;
- 4) 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, 使 MBR 系统氨氮去除和脱氮功能均优于传统的生物处理的工艺;
- 5) 污泥龄长。膜分离使污水中的大分子难降解成分, 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的降解效率。反应器在高容积负荷、低污泥负荷、长泥龄下运行, 可以有效减少污泥排放;
- 6) 省去二次沉淀池, 节省占地;
- 7) 系统采用 PLC 控制, 可实现全自动化控制。

**膜混凝 (化学) 反应器** (Membrane Coagulation-reactor, MCR) 是一种新型水处理系统 (图 4-1)。它是将化学处理 (混凝) 工艺与膜分离工艺加以结合, 使得传统的化学反应效率得以提高, 反应水平大大改善。该反应器可以根据需要建成固定式或移动式。MCR 具有以下主要优点:

- 1) 出水水质稳定;
- 2) 药剂投加量小;
- 3) 占地面积小, 如不需要加药絮凝, 沉淀池可以缩短甚至取消;
- 4) 除菌效率高;
- 5) 灵活方便。

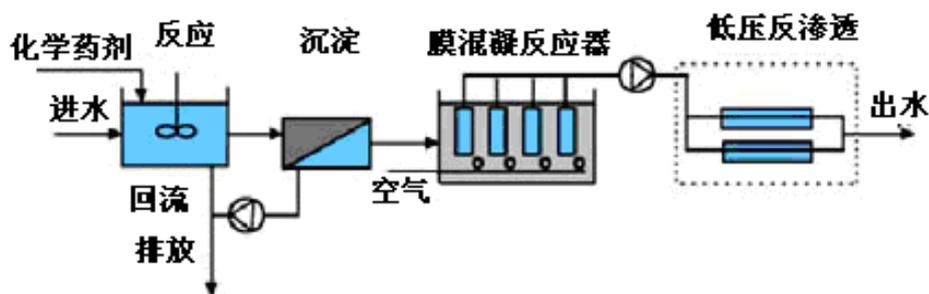


图 4-1 MCR 与 RO 联用工艺示意图

MBR 和 MCR 污水处理技术兼具生物或者化学混凝与膜分离技术的优点, 其技术核心是浸入式膜组件。美能 SMM 浸入式膜组件是一种独特的将水由外向内负压抽吸的设计结构, 所用 PVDF 膜丝具有柔韧性高、不易断丝、化学稳定性好、耐光老化性能好等特点, 特别适合用于 MBR 和 MCR 工艺。

亦由于美能 SMM 膜进水通道是完全开放的原因，浸入式膜工艺能应付高悬浮物与有机物的进水和水质不稳定的进水有较强的抗冲击能力，可进行高品质过滤，高效率除去细菌、悬浮固体以及营养物质。同时，高效的膜组件使得 MBR 和 MCR 系统可在比传统处理过程更小的区域内运行，操作简单。膜组件装配式设计，拆装与维护方便灵活，可与传统工艺更好的衔接，以适应传统污水处理厂的改造与扩展。

美能 SMM 浸入式膜组件作为超滤，其它用途还包括：

- 蓄水池中未净化水的过滤；
- 替代传统的沙滤等过滤方式，且具备更好的性能；
- 不同行业的水回用等。

本手册的设计条件主要针对 MBR，可以作为 MCR 设计参考。如 MCR 工艺使用者需要设定工艺条件，请联系本公司。

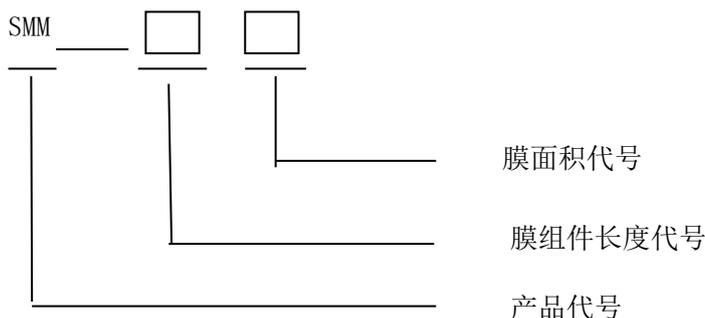
## 4.2 美能 SMM 浸入式超滤膜组件参数

美能 SMM 浸入式膜组件示例如图 4-2。



图 4-2 美能 SMM 浸入式膜组件

### 4.2.1 型号含义



## 4.2.2 SMM 浸入式超滤膜组件参数

美能 SMM 浸入式膜组件参数如表 4-1 所示。

表 4-1 SMM 浸入式超滤膜组件参数

项目	SMM-1015	SMM-1522 (原 1520)	SMM-1535	SMM-2030	SMM-2045
膜材料	PVDF	PVDF	PVDF	PVDF	PVDF
尺寸 (L×W×H, mm)	571×45×1040	571×45×1540	571×45×1540	571×45×2040	571×45×2040
集水管口	OD32 UPVC	OD32 UPVC	OD32 UPVC	OD32 UPVC	OD32 UPVC
有效膜面积 (m <sup>2</sup> )	15	22 (原 20)	35	30	45
孔径 (μm)	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
过滤方式	外压	外压	外压	外压	外压
封端材料	环氧树脂	环氧树脂	环氧树脂	环氧树脂	环氧树脂
集水管材料	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
湿润后重量 (Kg)	9	11	14	13	15

美能 4G-TIPS 膜丝具有更高的强度、更好的耐化学性等特性尤其适合 MBR 项目应用。高填充密度产品主要是用于浸入式超滤项目，可满足更大产水量的需求。

### 4.3 美能 SMM 浸入式膜组件超滤系统设计

美能 SMM 浸入式膜组件是一种将水由外向内负压抽吸的设计结构，进水通道是完全开放的，适于处理高浊度的原水，能应付高悬浮物与有机物的进水，对水质不稳定的进水有较强的抗冲击能力。

#### 4.3.1 组件选择

表 4-2 列出了各组件的特点，供设计人员选择。用户在选用时可与本公司联系。

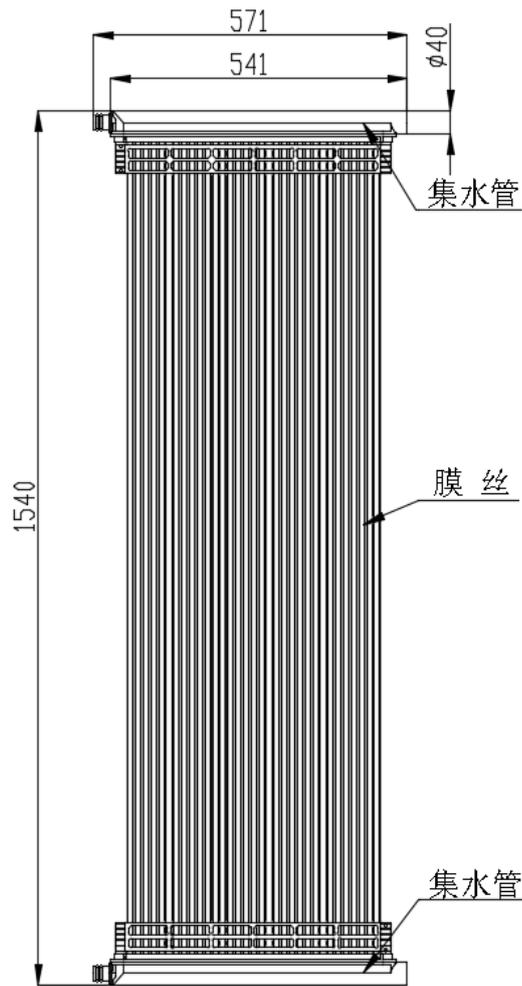


图 4-3 美能浸入式膜组件结构图

表 4-2 浸入式组件选择

型号	SMM-1015	SMM-1522	SMM-1535	SMM-2030	SMM-2045
膜面积	15	22	35	30	45
推荐	小型 MBR 项目，集装箱及浅水深等场所。	MBR 首选通用型，多用于双层膜架。	MCR 首选通用型，多用于双层膜架。	MBR 长丝型，一般单层使用。	MCR 长丝型，一般单层使用。

根据项目水深的不同，也可采用不同产品组合在一个膜架上的方式，本公司也可定制客户需求的相应其他类型产品。

## 4.3.2 通量选择

浸入式主要为 MBR 使用，通量选择可参考表 4-3。由于 MBR 用膜量较大，通量可以采用中试确定或有经验确定。设计人员可以与本公司联系从现有的项目运行经验中确定通量。

表 4-3 浸入式膜组件 MBR 通量参考值（摄氏 25 度）

水源	通量参考值 (LMH)
市政污水	15-30
食品工业污水	15-25
一般污水	10-15
重污染行业如炼油，印染，化工等污水	8-12

## 4.3.3 进水水质要求

美能建议 SMM 系列浸入式膜组件的使用条件见表 4-4。在设计时应采取相应预处理措施以保证水质要求。

表 4-4 SMM 浸入式膜组件使用条件

指标	允许范围
进料水源	适用于各种水源，最大污泥浓度 15000 ppm。
pH（运行）	1~12
pH（清洗）	1~12（3G-TIPS、4G-TIPS 产品可到 14）
温度（℃）	5~45
最大过滤跨膜压力(MPa)	0.05
最大反洗跨膜压力(MPa)	0.05
进料颗粒粒径	≤2mm，膜所处的水池中应不含破坏膜的尖锐物，如树枝，塑料片，砂粒等。
进料中含油量	<2mg/L，否则必须先进行除油预处理。
硬度	视 pH 值、结垢倾向确定指标。

## 4.3.4 工艺流程图

图 4-4 为简化的总体工艺流程示意图。浸入式膜系统的运行包括产水，停止产水，气洗，维护性化学清洗（图中未标出），恢复性化学清洗等过程。

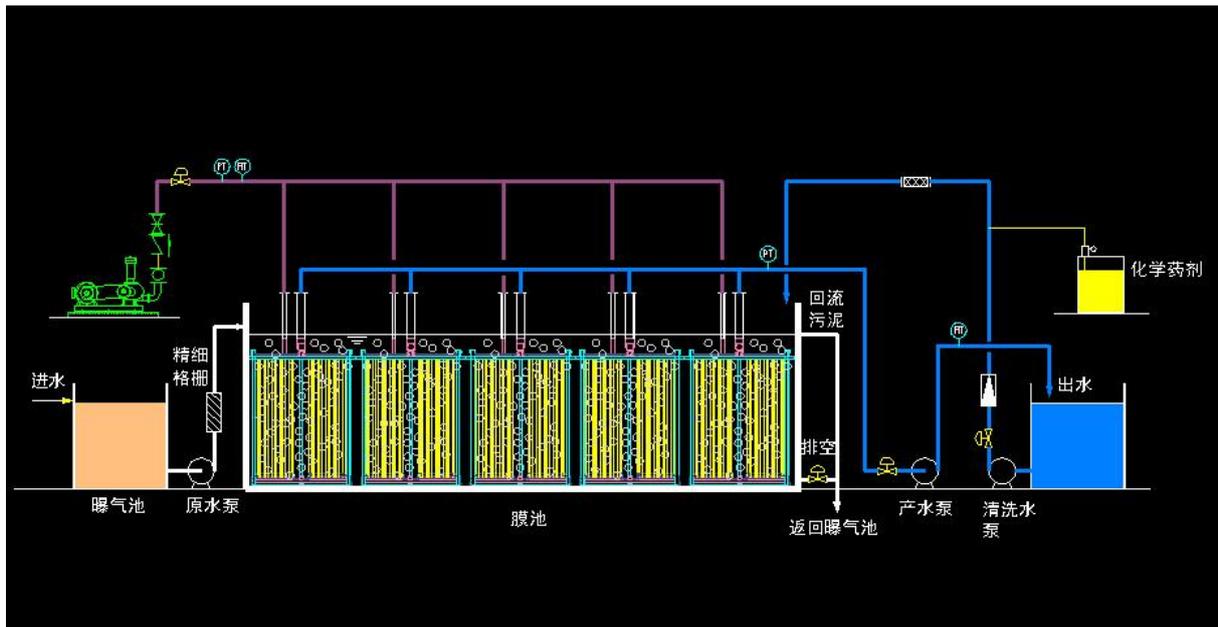


图 4-4 浸入式 MBR 工艺流程原理图

## a) 产水过程

对于 MBR 工艺，一般维持 7-12 分钟，控制为恒流量。产水时必须保证气洗状态，使污染物降低浓差极化，减轻在膜表面累积。由于产水通过负压抽吸，启动前，产水管道应充满水。

## b) 气洗

在 MBR 工艺中气洗可保证膜丝一直处于扰动状态。一般在产水阶段保持维护性气洗，避免污染物累积。

## c) 维护性清洗过程

MBR 过程中，膜处于高浓度污染物介质中，膜表面易受微生物及其代谢物污堵，难以用气洗除去。一般每隔几天后需要用低浓度次氯酸钠进行维护性清洗。维护性清洗可以通过药反洗实现。与产水流量相当的次氯酸钠溶液通过产水端注入膜丝，一般分几次注入共持续数 5-30 分钟。

## d) 恢复性清洗过程

当跨膜压力逐步上升，一般几个月后需要用高浓度次氯酸钠与酸进行恢复性清洗，使跨膜压力恢复正常。恢复性清洗采用放空膜池，将所有膜组件浸泡于次氯酸钠溶液中数小时，然后放空次氯酸钠，再将所有膜组件浸泡于酸溶液中数小时。

在一些市政和工业污水处理场所会存在硅类的污染，可以采用高 pH 值的 NaOH 溶液清洗，但此种情况下要特别注意膜丝的耐碱性能，NIPS 膜丝耐碱性较差，建议存在硅类污染的项目选择耐碱性能更好的 TIPS 膜产品。

## 4.3.5 运行条件

工艺设计参数见表 4-5。如有要求可特殊处理。根据不同水质与产水要求，也可作相应调整。

表 4-5 工艺设计参数

产水		7-12 分钟（典型值 10 分钟）
停止产水强洗		1-2 分钟（典型值 1 分钟）
气洗	气洗流量	1.5-2.5Nm <sup>3</sup> /片膜（典型值 2）（本公司专有高效曝气清洗技术）
维护性化学清洗	清洗频率	每周 1-2 次，也可以每天进行
	清洗时间	5-30 分钟
	清洗流量	产水流量的 1-1.3 倍
	清洗水源	产水
	清洗方式	反洗
	清洗药剂	100~200ppm 有效氯的次氯酸钠 清洗用量：0.2~1.5L/m <sup>2</sup> 膜元件+清洗管道体积 对于有结垢的水源可用 0.5~2% 柠檬酸清洗。
恢复性化学清洗	清洗频率	每 3-6 月一次，或透水率低于 50LMH 时进行
	化学清洗时间	60-360 分钟（污染严重时可适当延长）
	清洗水源	产水
	清洗方式	浸泡
	清洗药剂	次氯酸钠洗：500-3000 ppm（典型值 1000 ppm） 酸洗：0.5-1.5%（典型值 1%）盐酸或硫酸或柠檬酸

#### 4.3.6 膜系统配套设备

主系统：

- 膜格栅：为保护膜系统膜丝完整性而必须设置的前置过滤单元。格栅孔径应小于 2mm，最好小于 1mm。建议膜格栅采用冲孔式滤网；
- MBR 产水泵：设计流量包括系统扣除膜操作单元清洗停止产水时间的实际产水量及安全系数等，采用调频装置与产水流量传感器形成控制回路以恒定产水流量；
- 化学反洗泵（维护性清洗）：用于膜操作单元的维护性清洗。设计流量为 MBR 产水泵的 1-1.3 倍水量；
- 空气吹扫风机：设计风量按同时进行各膜池的正常吹扫风量计算；
- MBR 循环泵：MBR 系统需要混合液回流系统。在市政污水 MBR 系统中通常采用的从膜池返回生化系统前端的回流量为系统产水量的数倍；
- 空压机：用于提供系统中气动阀操作用气和完整性测试（检漏程序）用压缩空气；
- 污泥泵：用于排出 MBR 系统的剩余污泥和调控 MBR 系统的污泥浓度；
- 抽真空系统：用于 MBR 产水泵至膜组器之间的管道充满水，使产水泵正常工作。如果产水泵采用了可以抽吸空气的泵型（如凸轮泵），该抽真空系统可省略；
- NaOCl 加药泵及 NaOCl 加药罐：用于维护性清洗和恢复性清洗时投加次氯酸钠药剂；
- 酸加药泵及酸加药罐：用于恢复性清洗时投加酸药剂；
- 碱加药泵及碱加药罐：用于特殊情况下恢复性清洗时投加碱药剂及酸洗用药剂的中和。

#### 4.3.7 膜系统配套仪表

以下产水参数必须设在线检测或有运行记录：

系统监测：

- 1) 产水浊度；
- 2) 产水温度；
- 3) 气洗流量：记录和监测吹扫风机流量；
- 4) pH 计：用于恢复性清洗用酸或碱液返回 MBR 系统前端时进行中和控制；
- 5) 液位计：用于控制系统液位。

各操作单元监测：

- 1) 产水流量；
- 2) 跨膜压力（可监测产水压力，由此推算），注意安装高度，注意压头损失；
- 3) 反洗流量。

## 4.3.8 膜装置

图 4-5 为典型的美能膜装置示意图。

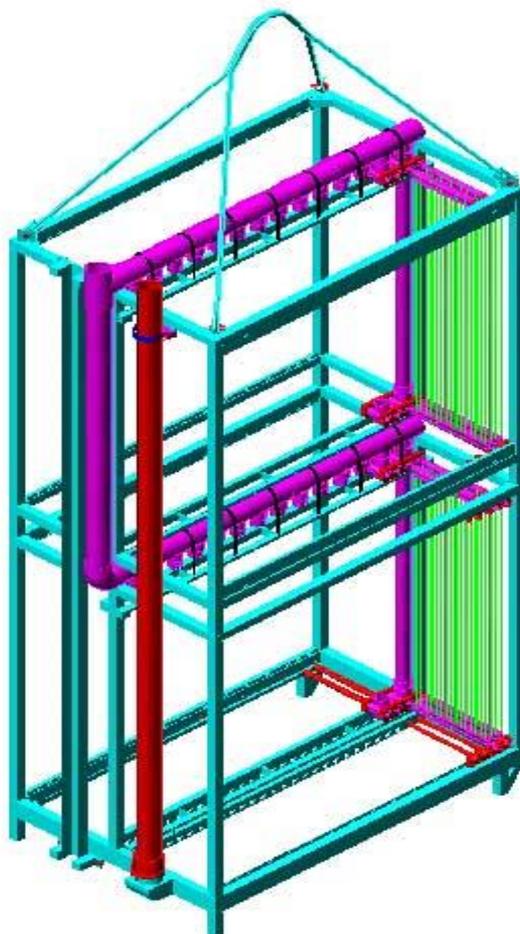


图 4-5 膜装置示意图

美能的浸入式膜装置有不锈钢和耐腐蚀复合材料两种型式，经过合理设计具有结构紧凑、占地面积小、曝气效率高、安装维护方便、运行稳定可靠等特点。

耐腐蚀膜架具有更好的耐酸、耐盐、耐氯等的抗腐蚀性能，使用寿命长，能够广泛应用于各种污水环境。

美能的膜架装配有根据专有技术制造的高效节能曝气装置，较常规的穿孔管方式可节约 50%以上的曝气能耗，膜清洗效果更好，运行成本更低，产水通量更高。

表 4-6 为浸入式膜装置（膜组器）的规格

表 4-6 浸入式膜装置（以 SMM1522 组件单层 50 片和双层 84 片 MBR 为例）

型号	材质	模式	膜片数量	膜面积 (m <sup>2</sup> )	处理能力范围 (m <sup>3</sup> /d)	产水管 (DN)	进气管 (DN)	外观尺寸 (mm)		
								长度	宽度	高度
MN-SMM1522-12-MBR50B-FRPP	耐腐蚀材料	单层双列	50	1100	180-720	80	80	2110	1415	2080
MN-SMM1522-22F-MBR84B-FRPP	耐腐蚀材料	双层双列	84	1848	300-1200	100	80	1850	1415	3880
MN-SMM1522-12-MBR50B-304	不锈钢	单层双列	50	1100	180-720	80	80	1820	1280	2000
MN-SMM1522-22F-MBR84B-304	不锈钢	双层双列	84	1848	300-1200	100	80	1710	1280	3710

#### 4.3.9 设计及运行注意事项

- 排气：系统启动时应将产水管内的空气排净。排气方式可采用真空抽吸或采用低于水面的产水管路等；
- 漏气检查措施：防止产水管路漏气造成无法抽水；
- 停气与产水联动：防止大量污泥在停止曝气时吸附于膜表面造成积泥；
- 停污泥回流与产水联动：防止不断产水造成污泥浓缩；
- 膜池液位与产水泵联动：防止水位低于膜组件时仍处产水状态；
- 膜池吹扫气量不得低于或高于要求气量：否则易发生膜表面严重积泥，引起断丝；
- 防止膜池进水口和出水口水流冲坏膜组件；
- 压力过高或透水率过低时报警和停止产水；
- 确保进水油、硬度等指标符合使用要求；
- 设计膜格栅，防止尖锐杂物划伤膜或丝状杂物缠绕膜；
- 污泥浓度保持在允许范围；各膜池之间应保持配水均匀，防止某些膜池污泥浓度过高；
- 膜池应有清除积泥的措施；
- 膜池应有水喷淋等膜保湿措施，检修时用；
- 采用离心泵产水的设计，泵安装高度宜在膜池液位 2 米以下；
- 膜池以及共用膜吹扫风机的所有膜池之间，需要底部平整，防止膜曝气不均匀。