



UMEMTECH 超滤膜技术手册

2019 版

优膜科技

卓越品质

山东优膜膜科技有限公司

目录

第 1 部分 公司简介	4
1-1 山东优膜膜科技有限公司概况	4
1-2 山东优膜膜科技有限公司主营业务	4
第 2 部分 超滤基础	5
2-1 膜分离技术	5
2-2 超滤技术简介	6
2-2.1 超滤过程中基本的术语	6
2-2.2 超滤分离相对优势	6
2-2.3 超滤运行模式	7
2-2.4 超滤清洗工艺介绍	7
2-3 超滤膜材料	8
2-4 超滤膜组件	8
2-4.1 超滤膜组件结构分类	8
2-4.2 中空纤维膜的简介	9
第 3 部分 UMEMTECH 超滤膜产品特点和性能规范	12
3-1 UMEMTECH 超滤膜主要技术特征	12
3-1.1 膜丝的化学稳定性	12
3-1.2 膜丝的特点	12
3-1.3 膜丝结构	13
3-2 膜组件特点	15
3-3 UMEMTECH 超滤膜规格型号	16
第 4 部分 超滤系统设计	17
4-1 序言	17
4-2 超滤过程设计参考	17
4-2.1 设计流程	17
4-2.2 膜组件温度相关校正系数曲线	18
4-2.3 通量选定导则	19
4-2.4 超滤的运行方式	19
4-2.5 清洗的清洗方式	20
4-2.6 系统运行过程设计	20
4-3 超滤膜组件的清洗参考	21
4-3.1 典型清洗工艺条件	21
4-3.2 超滤的反洗和分散化学洗设计	22
4-3.3 超滤的化学清洗设计	23
4-3.4 清洗过程注意事项	23
第 5 部分 超滤系统的操作与运行	24
5-1 超滤装置的启动	24
5-1.1 超滤装置启动前的检查内容	24
5-1.2 超滤装置启动的基本步骤	24
5-1.3 超滤装置需设置和调整的运行参数	25
5-1.4 超滤装置的运行程序	25
5-1.5 超滤装置的停机程序	25
5-1.6 超滤装置运行程控步序表	26
5-1.7 建议装置连锁或者报警条件	26
5-2 超滤系统的运行	27
5-2.1 运行参数的记录	27

第六部分 超滤系统的维护和故障排除	28
6-1 系统的日常维护	28
6-2 系统的故障分析	28
第七部分 超滤膜组件的完整性测试	30
第八部分 化学清洗	31
第九部分 应用案例	33

第 1 部分 公司简介

1-1 山东优膜膜科技有限公司概况

山东优膜膜科技有限公司是一家专业从事水处理分离膜研发、生产和销售的科技型企业。自 2015 年开始进行中空纤维超滤膜的研发工作, 经过近两年时间对纺丝配方、纺丝工艺的反复试验, 于 2016 年底, 形成了稳定的纺丝配方、纺丝工艺及膜组件的浇注工艺。建设了超滤生产车间, 并于 2017 年注册了山东优膜膜科技有限公司, 注册资金 1000 万。于 2018 年 9 月份开工建设了商河工厂, 将公司搬迁到济南市商河县经济开发区。2019 年 5 月份工厂投入使用。厂区占地面积 37 亩, 厂房建筑面积 15700 平方米, 建设了高标准自动化超滤膜生产线和膜成套加工设备。超滤膜产能达到了 100 万平方米。设备加工能力达到了 1000 台套。

公司拥有以膜材料领域的资深博士为带头人的专业研发团队, 拥有一流的研发装备, 拥有完善的质量控制程序。公司以四个“一流”为经营理念, 追求一流的产技术、一流的产品、一流的服务、一流的企业。

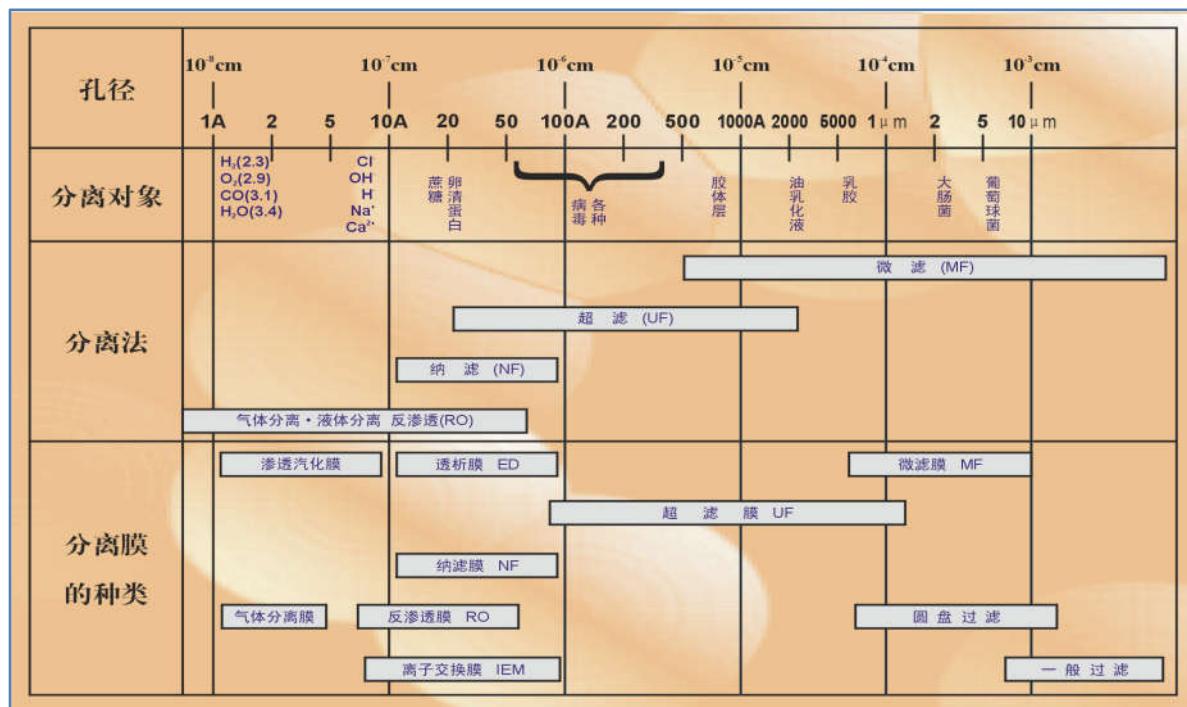
1-2 山东优膜膜科技有限公司主营业务

- 中空纤维超滤膜的研发和生产;
- 中空纤维纳滤膜的研发和生产;
- 高压 DTNF 的研发和生产;
- 高压、超高压 DTRO 的研发和生产;
- 其他膜材料的研究;
- 高难度处理废水的膜技术方案咨询和中试服务;

第 2 部分 超滤基础

2-1 膜分离技术

膜法液体分离过程是利用流体压力差的作用下, 利用膜介质的选择透过性, 在膜两侧施加压力使直径大于膜孔径的部分大分子粒子不能通过膜孔被截留, 直径小于膜孔径的小分子溶质透过膜流出, 根据操作压力和膜的结构、性能不同一般可分为四类: 微滤(MF)、超滤(UF)、纳滤(NF)和反渗透(RO), 其中微滤精度最低, 反渗透精度最高。



微滤能截留 0.1~1 微米之间的颗粒, 微滤膜允许大分子有机物和溶解性固体 (无机盐) 等通过, 但能阻挡住悬浮物、细菌、部分病毒及大尺度的胶体的透过, 微滤膜两侧的运行压差 (有效推动力) 一般为 0.7bar;

超滤能截留 0.002~0.1 微米之间的颗粒和杂质, 超滤膜允许小分子物质和溶解性固体 (无机盐) 等通过, 但将有效阻挡住胶体、蛋白质、微生物和大分子有机物, 用于表征超滤膜的切割分子量一般介于 1,000~100,000 之间;

纳滤能截留物质的大小约为 1 纳米 (0.001 微米), 纳滤的操作区间介于超滤和反渗透之间, 它截留有机物的分子量大约为 200~400 左右, 部分去除溶解性盐, 浓缩食品以及分离药品中的有用物质等, 纳滤膜运行压力一般为 3.5~16bar。

反渗透是最精密的膜法液体分离技术, 它能阻挡所有溶解性盐及分子量大于 100 的有机物, 但允许水分子透过, 反渗透膜的运行压力, 当进水为苦咸水时一般大于 5bar, 当进水为海水时, 一般低于 84bar。

2-2 超滤技术简介

超滤膜作为超滤过程的介质，其结构为多孔性不对称结构。超滤过滤过程是在流体压力差的作用下，利用膜被分离组分的尺寸选择性，将直径大于膜孔径的大分子截留，直径小于膜孔径的小分子通过，达到分离的目的。

2-2.1 超滤过程中基本的术语

- 通量（透水率）：产水透过膜的流速，通常表达为单位时间内单位膜面积的产水量，其单位多用 $\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ ；
- 比通量：单位压力下，单位时间内单位膜面积的产水量，单位为 $\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{bar}$ ；
- 错流过滤：浓水沿平行于有效膜的方向流动，有助于冲刷掉膜表面的污染物碎片；
- 跨膜压差：简称 TMP，即产水侧和原水进出口压力平均值差异，即膜两侧平均压力差；
- 反洗：与超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透过液质量的水输向进水侧。因为水从反方向透过中空纤维膜丝，从而松懈并冲走了膜外表面的过滤过程中形成的污物；
- 气洗反洗：让无油压缩空气通过中空纤维膜丝表面，高质量水从膜丝内部透过，通过压缩空气与水的混合振荡作用，冲走膜外表面在过滤过程中形成的污物；

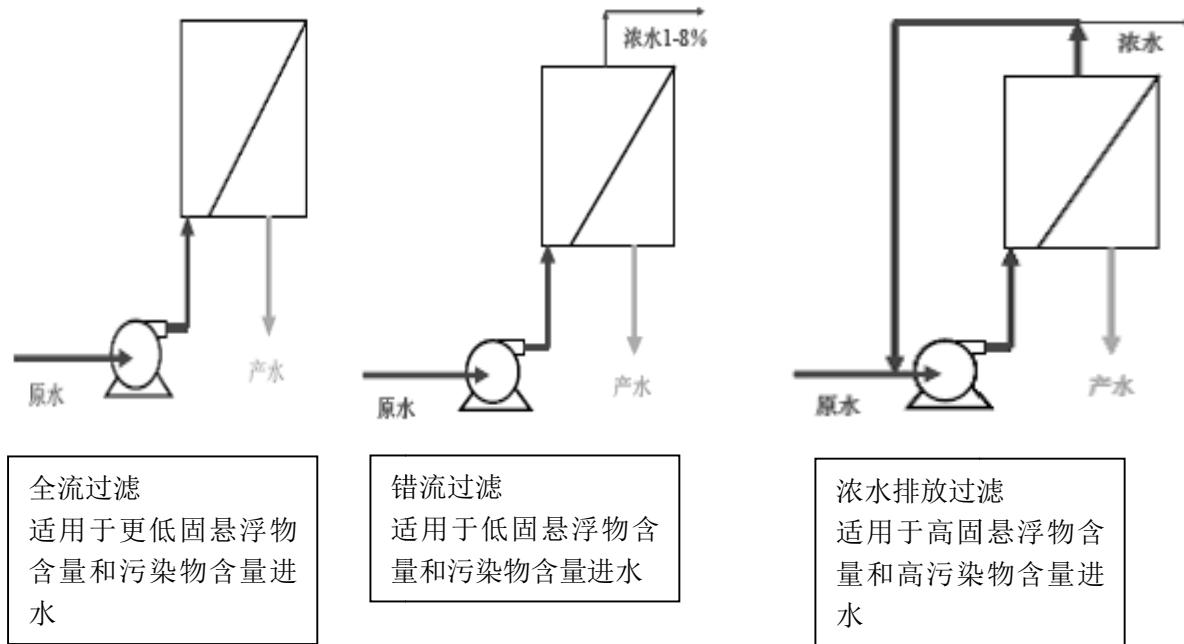
2-2.2 超滤分离相对优势

- a) 超滤分离拥有更高的平均通量，而且可以长时间保持更稳定的通量；
- b) 分离过程可以在常温下进行，分离过程仅以低压为推动力，易于控制，易于操作、管理及维修；
- c) 膜结构的不对称性减少了膜的堵塞，延长了膜的使用寿命；
- d) 筛分孔径小，几乎能截留溶液中所有的细菌、热源、病毒及胶体微粒、蛋白质、大分子有机物；
- e) 易于反冲，更易于冲洗；



2-2-3 超滤运行模式

超滤可以按照全流或死端过滤（Dead-end）、错流过滤（Cross-flow）和浓水排放过滤（ConcentrateBleed）三种运行模式操作。



全流过滤
适用于更低固悬浮物含量和污染物含量进水

错流过滤
适用于低固悬浮物含量和污染物含量进水

浓水排放过滤
适用于高固悬浮物含量和高污染物含量进水

全流过滤又称死端过滤：是指进水全部透过膜、没有浓水排出的过滤方式。产品水从膜的另一侧流出，通常讲，就是进水全部透过膜成为产品水。具有回收率高、能耗量小的优点，但是膜容易污染，一般只能用于一些污堵物较少、相对较为干净的水的处理。

错流过滤：是指进水中只有一部分水透过超滤膜成为产品水，另一部分水没有透过膜并以浓水的形式排出。浓水直接排放称为错流排放过滤，浓水通过循环泵打回到超滤进口进行循环成为错流回流过滤。错流过滤及时地排出了浓缩的杂质，加上浓水的流动对膜表面一定的冲刷作用，因而减轻了杂质在膜表面的积累，防止了水的流道被堵死。错流回流过滤因为将部分浓水进行了循环，增加了浓水侧的流速，减轻了膜的污堵，可用于原水污染性较强的情况，缺点是增加了循环的耗能。

2-2-4 超滤清洗工艺介绍

长时间运行之后需要对膜元件进行清洗，超滤的清洗工艺主要包括物理清洗工艺的气洗反洗和正洗以及化学清洗工艺的化学加强反洗和化学清洗等。

其中气洗反洗是利用压缩空气在水中形成强力湍动，松动膜表面截留的颗粒污染物，反洗采用水流方向与产水方向相反的方式，水流透过膜孔，可以清除膜孔深层和膜表面的污染物。

正洗则去除反洗残留的污染物，并排出在膜组件的气体，水流方向与产水方向相同。

化学加强反洗和化学清洗则通过化学药剂来清除胶体、有机物、无机盐等在超滤膜表面和内部形成的污染。化学清洗过程可以是碱洗、酸洗和次氯酸钠洗，具体根据水质情况进行确定，清洗频率的提高、清洗强度的增大都有利于更彻底地清除各类污染物。

2-3 超滤膜材料

按制膜材料分类：

醋酸纤维素（CA）：优点是低价，亲水性好，不易阻塞污染。弱点是易被微生物吞噬，对于 pH 和温度适应范围小。

聚砜（PSO）：自从 1975 年以来已被广泛应用于 UF 和 MF 膜。优点是耐温和耐 pH 能力好。缺点不能抗油、油脂、脂肪和量级溶剂。

聚偏二氟乙烯（PVDF）：优点是其高度的碳氢化合物抗氧化能力强。缺点是很难支撑有良好超滤分离特性的膜。

复合膜：复合膜多层膜结构，但所有的都有精确的组分；常见支撑层（基膜）、分离层（涂膜）。

当超滤用于水处理时，其材质的化学稳定性和亲水性是两个最重要的性能。化学稳定性决定了膜材料在酸碱、氧化剂、微生物等的作用下的寿命，其还直接关系到清洗工艺的选择；亲水性则决定了膜材料对水中污染物的抗污染能力，影响膜的通量。

其中聚偏氟乙烯（PVDF）材质具有良好的耐热性、化学稳定性、耐辐射性和物理机械性能，其中化学稳定性最为优异，耐受氧化剂（次氯酸钠等）的能力是聚醚砜、聚砜等材料的 10 倍以上。在水处理中，微生物和有机物污染往往是造成超滤膜污染的主要原因，而氧化剂清洗则是恢复超滤过滤通量最有效的手段，此时聚偏氟乙烯（PVDF）材质体现出了其优越性。

2-4 超滤膜组件

2-4.1 超滤膜组件结构分类

超滤膜组件的结构设计是连接膜丝特点和操作参数的中间纽带。在众多的形式中，目前以中空纤维膜为主，也有管式、卷式、板式和中空纤维式膜。



管式



卷式



板式



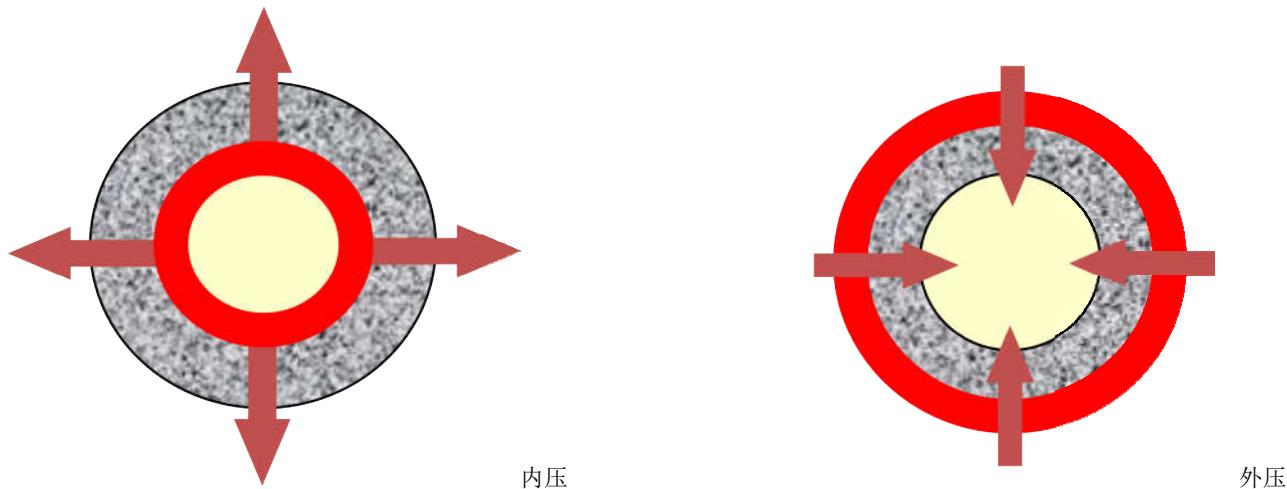
中空纤维式

组件的结构需要考虑的因素包括：

- 1) 尽量优化膜的填充密度，增加单位体积的产水量；
- 2) 尽量减小浓差极化的影响；
- 3) 对进水水质的要求越宽越好；
- 4) 便于清洗；
- 5) 降低制造成本。

2-4.2 中空纤维膜的简介

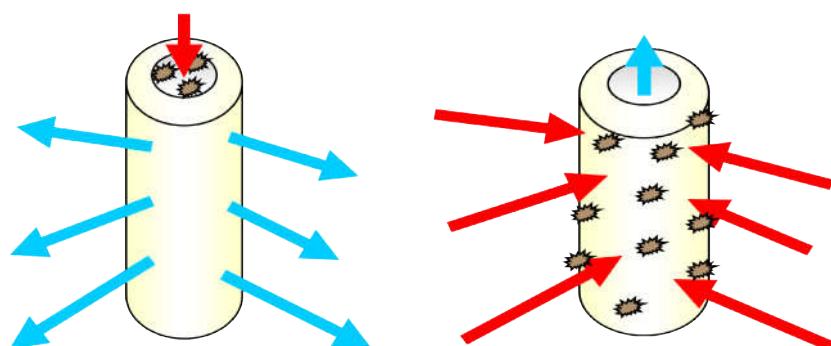
中空纤维膜以其无可比拟的优势成为超滤的最主要形式。根据致密层位置不同，中空纤维滤膜又可分为内压膜、外压膜两种。



外压式膜的进水流道在膜丝和膜壳内壁之间，膜丝存在一定的自由活动空间，因而更适合于原水水质较差、悬浮物含量较高的情况，抗冲击能力强，适用范围广；内压式膜的进水流道是中空纤维的内腔，为防止堵塞，对进水的颗粒粒径和含量都有较严格的限制，因而适合于原水水质较好的工况。

外压式中空纤维膜的优点：

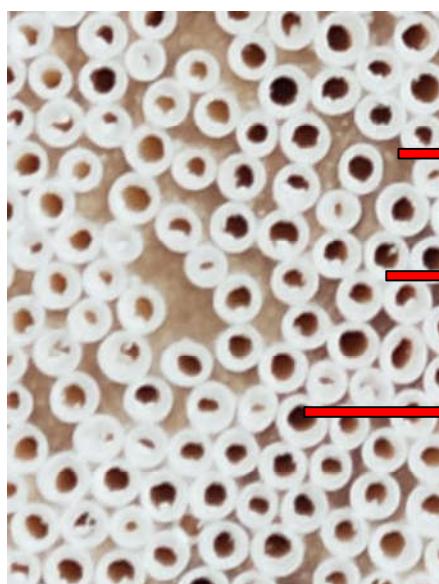
1) 耐更高的进水悬浮物



外压式超滤膜组件与其它方式的设计相比能够承受更高浊度的进水，因此更适合处理高悬浮物的进水。

项目	超滤 A	超滤 B	UMEMTECH
流动形式	内压	内压	外压
膜丝内/外径 (mm)	1.3/0.7	13/0.8	1.3/0.7
预处理精度要求 (mm)	100	150	300
最大进水浊度 (NTU)	50	100	300

2) 纳污能力强



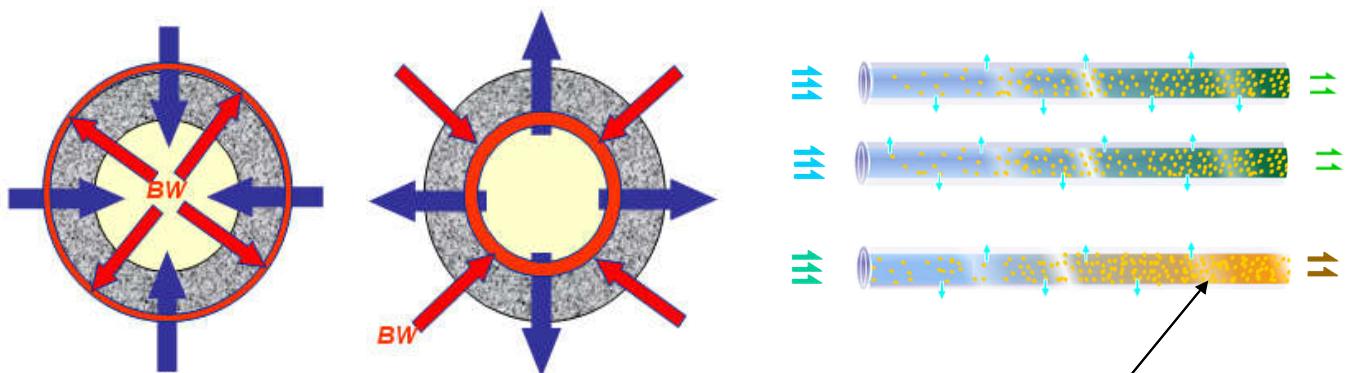
膜丝间隙截面积

膜丝厚度截面积

膜丝内孔截面积

外压式超滤膜组件能够容纳更高的污染物，流道空间是常规内压膜的2倍左右，具有更高的抗污染能力。

3) 反洗效果好

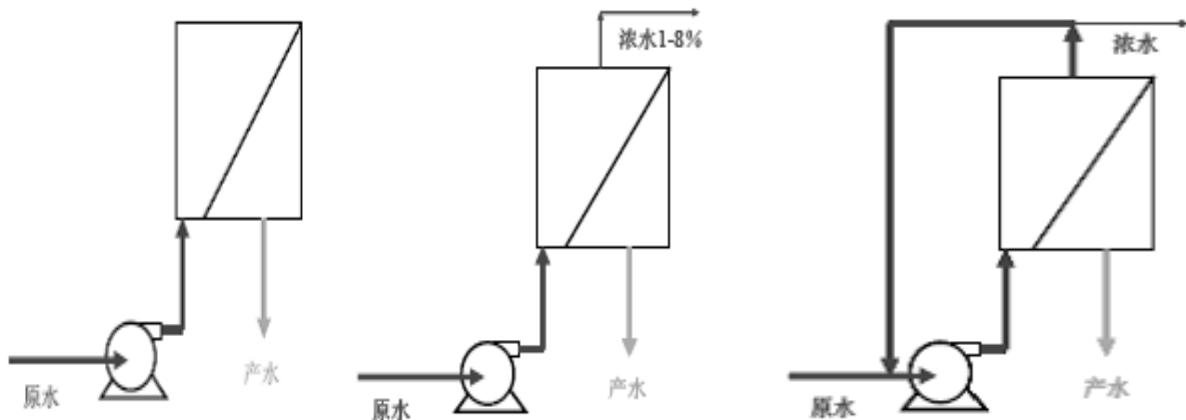


内压式膜的污堵物形成于纤维内腔，需要穿过整条膜丝

纤维末端污染物聚集，堵塞膜丝

才能被去除；外压式膜污堵物形成在膜丝外侧，通过反洗容易被去除，同时辅以压缩空气擦洗，效果更佳。

4) 可以全流过滤，节能



全流过滤

O/I: 推荐模式

特点: 低能耗, 高回收率

错流排放模式

I/O: 推荐模式

特点: 低回收率

循环错流模式

I/O: 推荐模式 (水质差时)

特点: 高能耗, 低回收率, 高投资

第3部分 UMEMTECH 超滤膜产品特点和性能规范

3-1 UMEMTECH 超滤膜主要技术特征

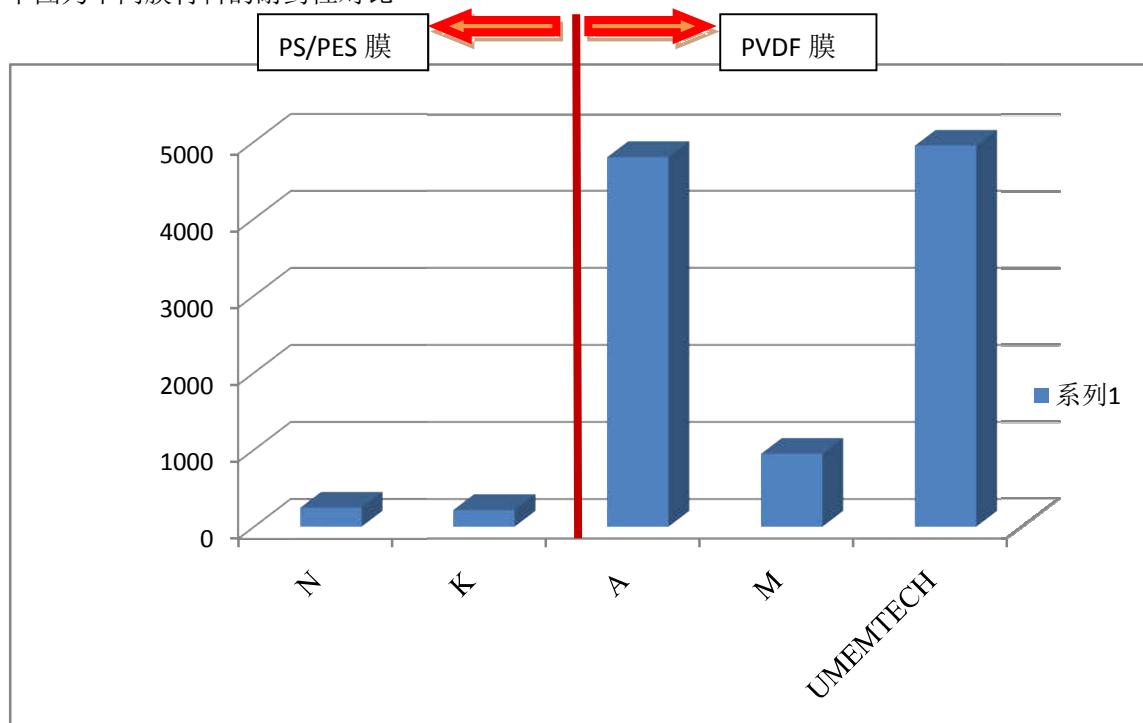
UMEMTECH 超滤膜组件采用聚偏氟乙烯材料，有良好的亲水性和较高的耐受性；膜结构采用不对称的结构，使其更易于清洗，膜通量更大；UMEMTECH 超滤膜采用外压式的结构设计，可以选择全流过滤与错流过滤，提高了产品膜的适用性，使其广泛应用于水处理行业。

UMEMTECH 超滤膜组件有以下优势：

3-1.1 膜丝的化学稳定性

UMEMTECH 超滤膜膜丝选用化学稳定性好的 PVDF 材质能够耐酸碱，抗氧化，pH 范围 2-11，短时可以 1-12. 最高耐次氯酸钠浓度高达 5000PPM。

下图为不同膜材料的耐药性对比



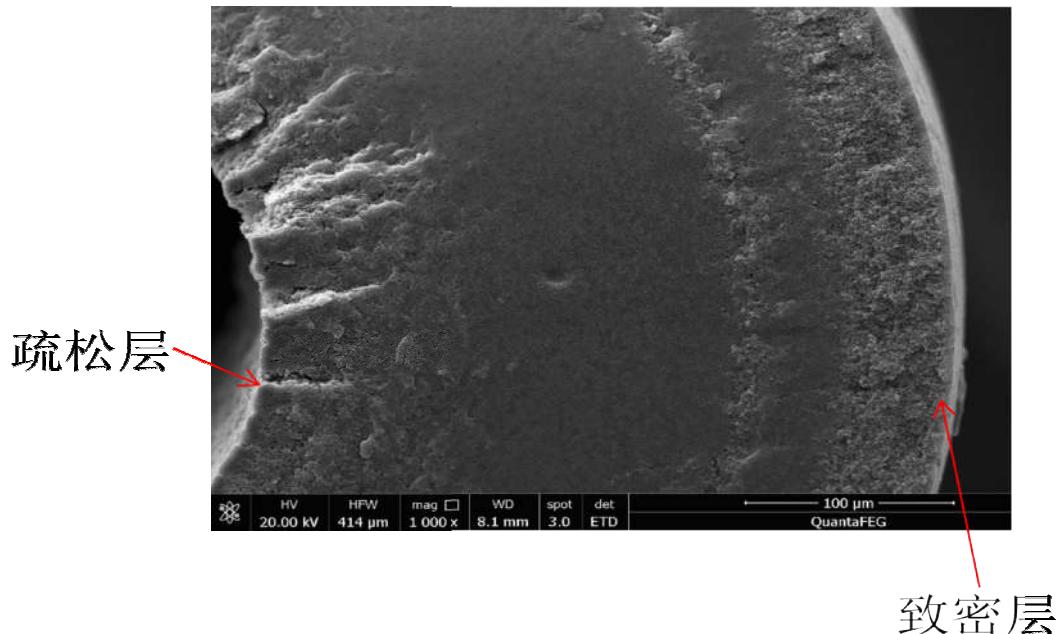
3-1.2 膜丝的特点

- PVDF 材质，化学稳定性高；
- 亲水性的 PVDF 纤维膜丝易于清洗和润湿；
- 单皮层结构，过滤阻力小；
- 均匀的海绵体结构，过滤精度高，强度大；
- 0.03 μm 的公称膜孔径，可截留分子量低；
- 均匀的膜壁厚度，膜丝强度均匀，不易断丝；
- 膜丝过滤通量大。

3-1.3 膜丝结构

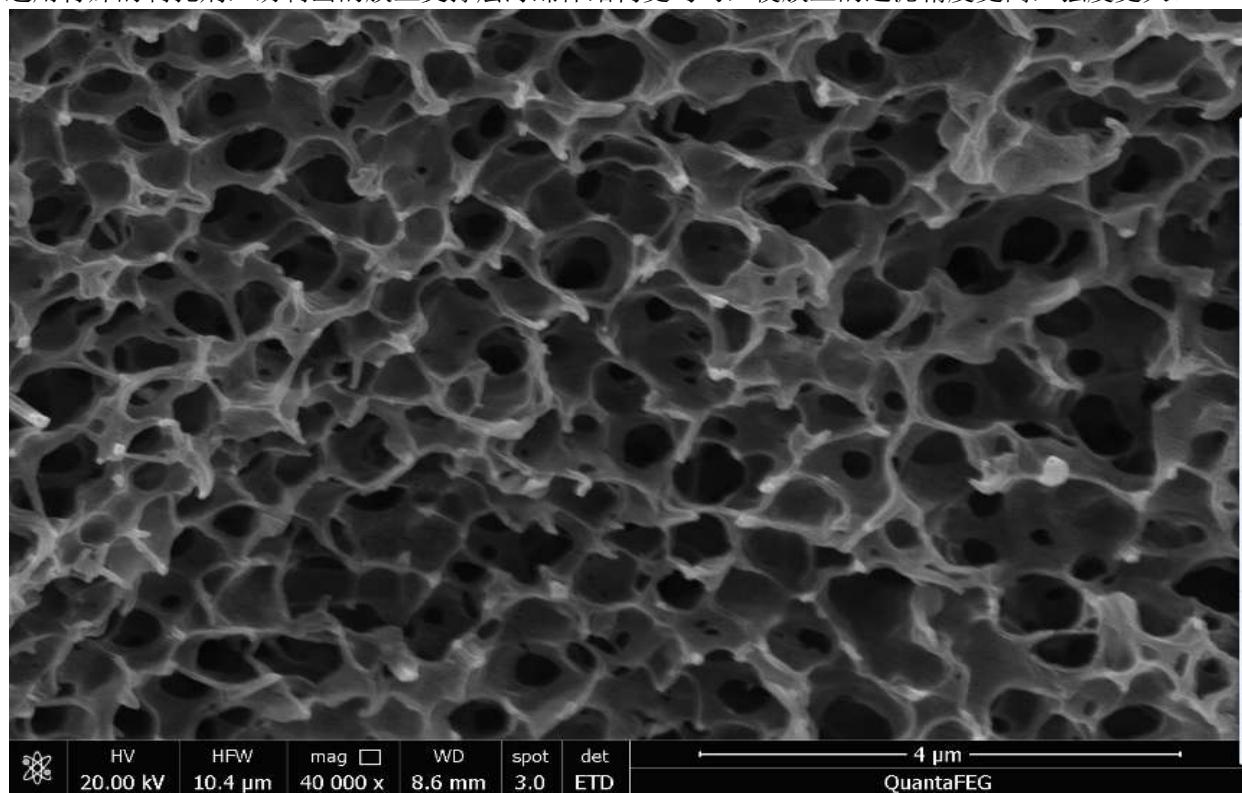
a) 膜丝的单皮层结构

通过特殊的纺丝配方，制得单皮层膜丝。依靠外皮层截留过滤，内部海绵体形成开放的产水通道，内部没有致密层，过滤压力大大降低。外压式操作时过滤阶段膜孔受压进一步缩小有利于产水水质，反洗受力向外膨胀利于污染物脱落。



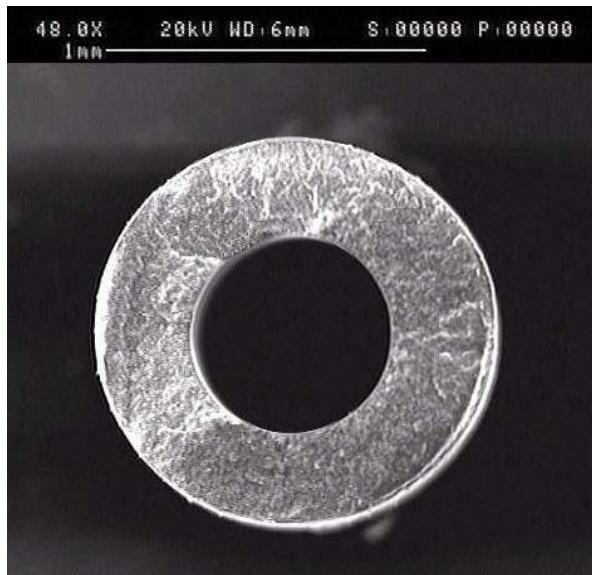
b) 均匀的海绵体结构

选用特殊的制孔剂，纺制出的膜丝支撑层海绵体结构更均匀，使膜丝的过滤精度更高，强度更大。



c) 均匀的壁厚

采用精确的纺丝控制技术，纺出的膜丝壁厚均匀，偏心率小于 5%



d) 膜丝过滤通量大

采用特殊的纺丝配方和膜丝处理工艺，膜丝纯水通量高达 800LMH

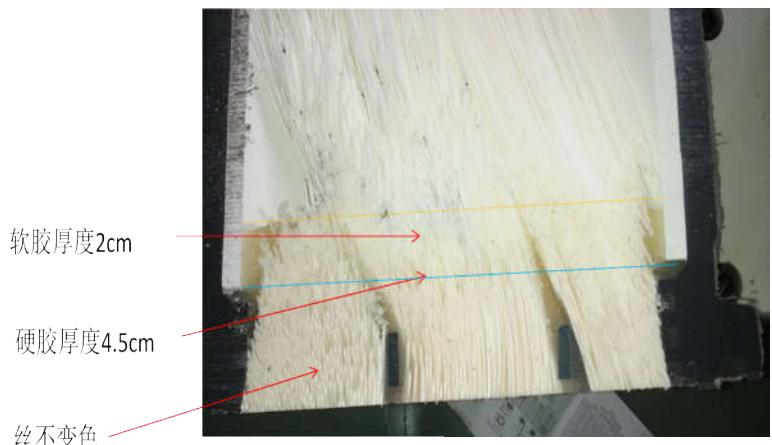
图为膜丝通量检测记录

膜丝直径	1.3	mm
单根长度	16	cm
时间	5	min
水量	175	ml
通量	803.8339049	lmh
水温	25	℃
压力	0.1	MPa

3-2 膜组件特点

a、采用特制的硬胶

采用特殊配置的硬胶，固化放热量少，不发生烧丝现象，而其强度大；跟部保护胶韧性好，膜丝根部不易断裂；压式结构和均匀的布水能承受更高的进水悬浮物浓度。



b、优质的软胶

采用优质的软胶做根部保护胶，柔韧性好，和膜丝相容性好，膜丝不易脆化。



软胶厚度2cm

c、外压式结构

外压式结构和均匀的补水能承受更高的进水悬浮物浓度。



进水口

配水管

进水端



浓水口

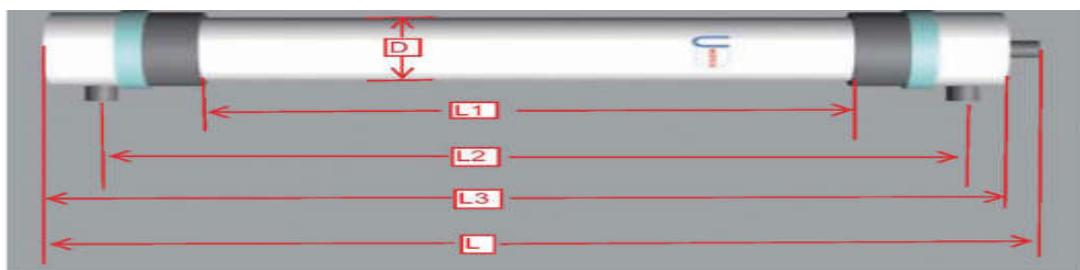
产水端



开放的膜孔

3-3 UMEMTECH 超滤膜规格型号

下图为 UMEMTECH 超滤膜各产品规格型号



膜组件型号			UM-0860-45	UM-0960-75	UM-0980-75	UM-1060-72	UM-1080-96
膜面积		m ²	45	51	75	72	96
组件水容积		L	24	35	44	36	49
组件空/满重量		Kg	24/45	40/80	60/100	44/82	70/120
长度	L	mm	1860	1860	2360	1860	2360
	L ₁	mm	1500	1500	2000	1500	2000
	L ₂	mm	1630	1630	2130	1630	2130
	L ₃	mm	1820	1820	2320	1820	2320
直径	D	mm	200	225	225	250	250
操作参数	建议过滤通量	40-120LMH					
	正常运行 pH	2-11					
	运行温度	10-40℃					
	组件最大进水压力	0.5MPa					
	最大运行跨膜压差	0.21MPa					
	推荐气洗流量	0.1-0.15Nm ³ /m ² .h					
	最大反洗压力	0.25MPa					
	最大耐次氯酸钠浓度	5000ppm					
	过滤形式	外压式, 死端/错流过滤					
	预期出水浊度	≤0.1NTU					
	预期出水 SDI	≤2.5					

第 4 部分 超滤系统设计

4-1 序言

一整套的超滤系统设计主要包括预处理部分、超滤系统部分和清洗系统等辅助部分组成。

预处理部分可以去除掉大颗粒物、悬浮物和胶体杂质，部分溶解性的杂质可以通过絮凝沉淀得以去除，以便于后期超滤系统部分的运行。超滤系统过程可以去除水中的悬浮物、胶体颗粒、细菌以及大部分病毒和大分子有机物等杂质。

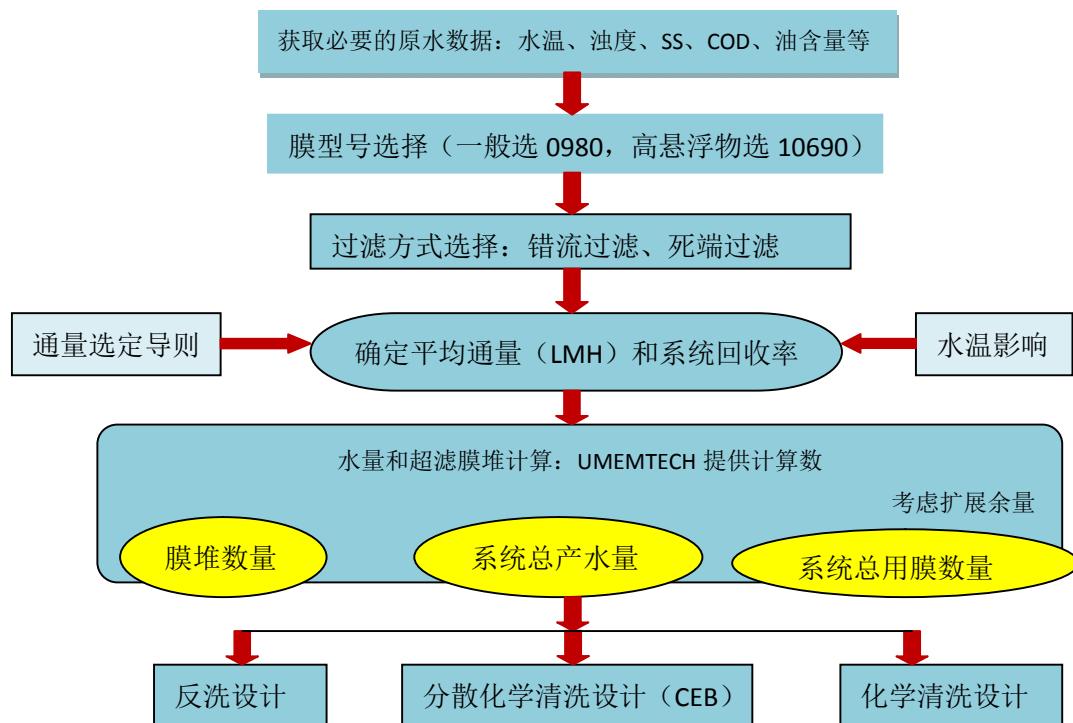
超滤系统装置包括超滤膜组件、给水泵、反洗泵和清洗系统，以及各种仪表、管道和阀门等。清洗系统应该包括无油压缩空气气洗反洗系统、自清洗过滤器和化学清洗设备，定期对超滤膜系统进行清洗，从而保证系统的正常运行。

超滤系统的设计主要考虑产水通量、出水品质和跨膜压差。产水通量的增加会导致膜表面污染物的浓度随之增加，系统的污染速率和清洗频率也会提高，所以要根据不同的水质设计不同的产水通量；通量值越大，跨膜压差值就越大，所需的进水压力就越高。

4-2 超滤过程设计参考

4-2.1 设计流程

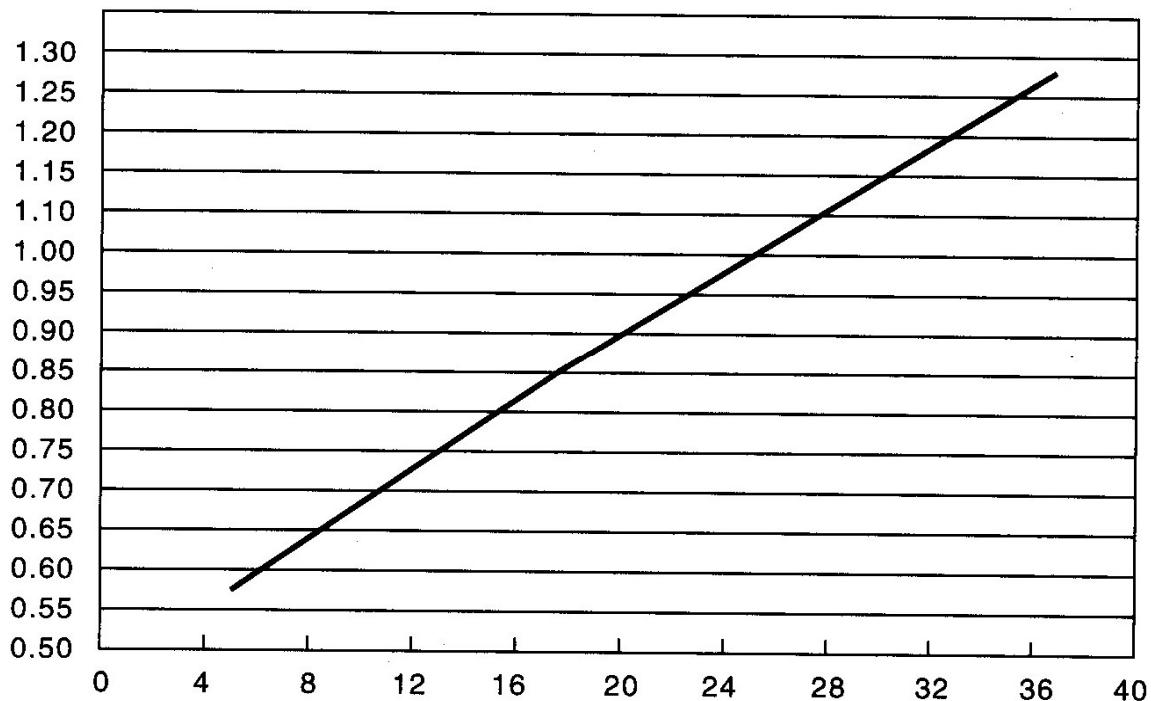
收集尽量详细的原水数据资料是进行超滤设计的基础，根据原水水质进行超滤膜产品的选择，选择合理的产水通量，当对某一特定的进水水源进行超滤系统的设计时，推荐进行中试试验，以获得最准确的设计参数。



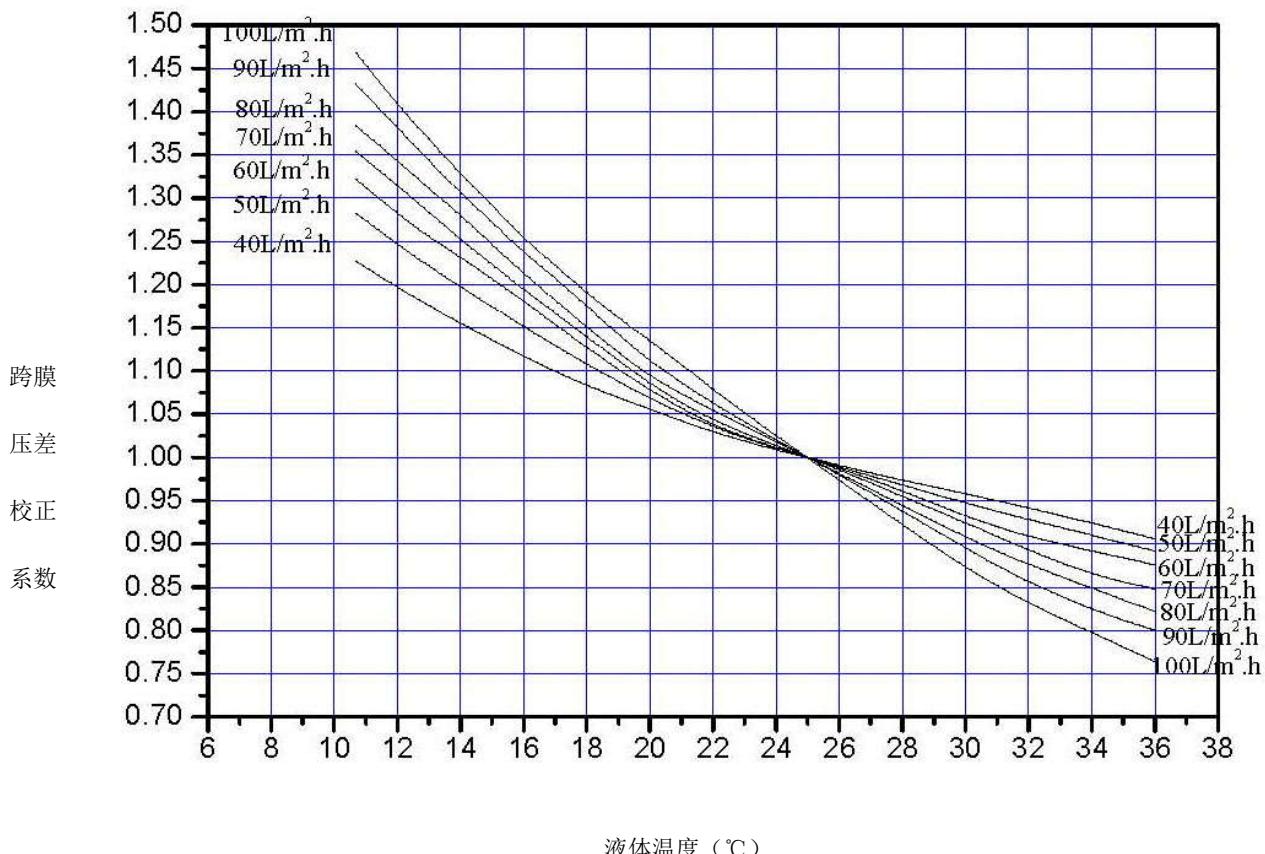
4-2-2 膜组件温度相关校正系数曲线

温度的变化会引起介质本身的粘度，影响流动性，因此产水量会随着温度变化而发生变化。

超滤膜产水量随温度变化的校正系数曲线



跨膜压差温度变化的校正系数曲线



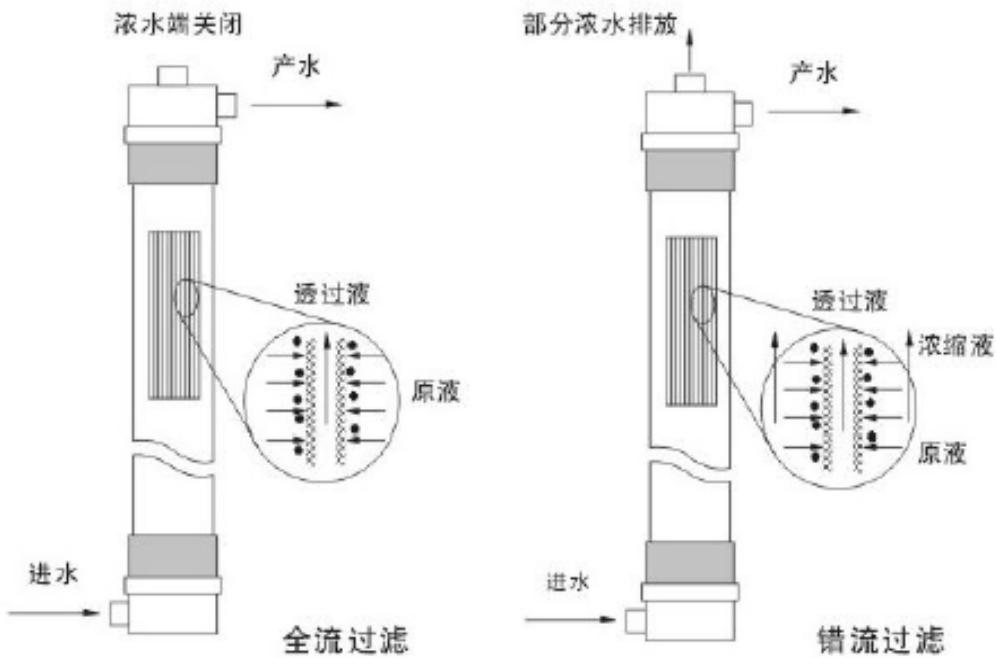
液体温度 (°C)

4-2-3 通量选定导则

根据不同的水源水质,对于产水通量的选择提供一个设计参数的参考,对于超滤设计过程设计参数的确定也提供一个大致的参考数据。

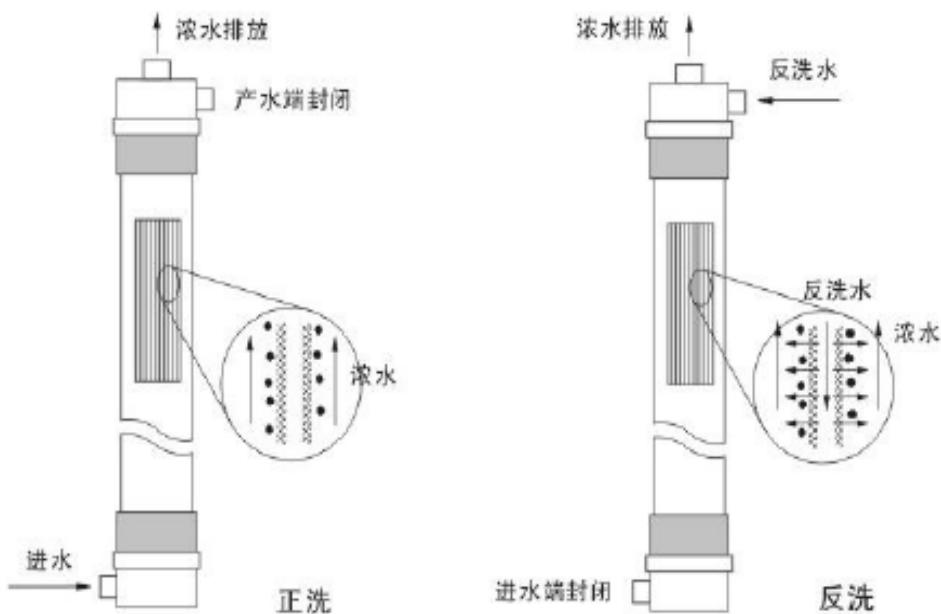
过程设计参数	自来水	地表水	地下水	深度处理废水	中水回用	海水
设计通量 (l/m ² ·h)	70-90	60-80	70-100	40-70	40-70	50-80
回收率 (%)	95 以上	80-90	85-95	80-90	80-90	80-90
死端过滤模式	推荐	不推荐	推荐	不推荐	不推荐	不推荐
反洗频率	45min	40min	45min	30min	30min	30min
每次反洗时间	1~2min	1~2min	1~2min	2~3min	2~3min	1~2min
反洗流量 (l/m ² ·h)	80-100	80-100	80-100	100	100	100
反洗压力	0.15-0.2	0.2	0.15-0.2	0.2	0.2	0.2
加药反洗 (CEB)	不需要	需要	不需要	需要	需要	需要

4-2-4 超滤的运行方式



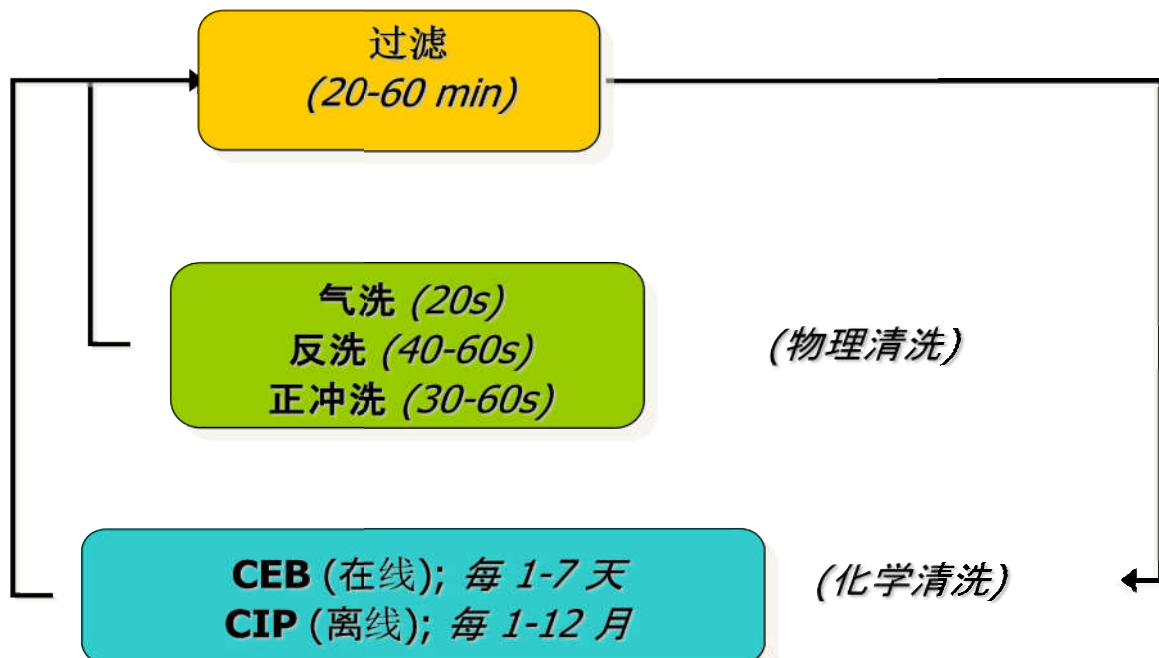
超滤系统的运行方式包括全流过滤和错流过滤,全流过滤易于操作、能耗小、回收率高,错流过滤及时地排除了浓缩的杂质,加上浓水的流动对膜表面有一定的冲刷作用,减轻了杂质在膜表面的积累,减轻了膜的污堵,可用于原水污染性较强的情况,但是能耗较全流过滤大。

4-2.5 清洗的清洗方式



一般根据水质的运行情况选择清洗方式，正洗和反洗清洗的污染情况不同。

4-2.6 系统运行过程设计



4-3 超滤膜组件的清洗参考

4-3.1 典型清洗工艺条件

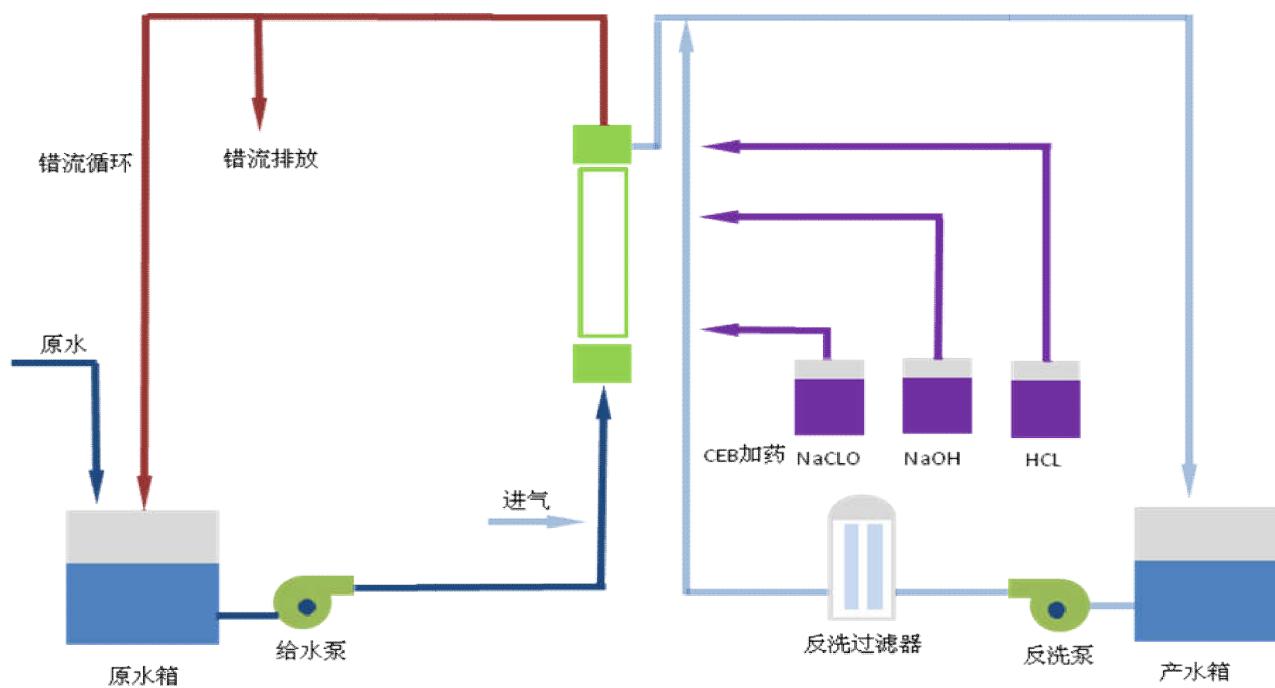
膜组件在使用过程中，处理的水源水质不同，膜表面的污染物也会有所不同。清洗过程主要是根据系统运行情况，结合物理清洗和化学清洗方式，进行不同的清洗过程。

物理清洗包括正洗、反洗过程、浸泡和气洗水洗，正洗过程即用清水沿水质流动方向，将污染物冲洗出去，此过程浓水阀门全开，产水口阀门全关闭，清洗周期不宜太长，根据不同情况确定不同的清洗周期；反洗过程即加以低压使清水沿水质流动相反的方向冲洗污染物，清洗时间根据情况而定；浸泡过程是在正、反洗过程以后，若清洗效果不够，可用清水或药剂进行浸泡，是污染物疏松，得以去除；气洗水洗过程是在反洗的同时，在进口处通入一定量的压缩空气，气泡的流动使膜组件震动，污染物脱落。

化学清洗过程包括酸清洗、碱清洗、次氯酸钠清洗等过程，PVDF 材质具有良好的耐受性，可以进行适当的化学清洗。

反洗频率	每隔 20-60 分钟一次（视具体水源或中试试验定）	
反洗时间	每次 30-60 秒	
反洗透水速率	100-150L/m ² .h	
气擦洗条件	组件最大进气压力	2.5bar
	单支组件进气量	5-12Nm ³ /h
	气洗时间	每次 30-180 秒
	气水混合擦洗进口压力	≤1.0bar
	气源要求	无油压缩空气
分散化学清洗	清洗频率	每 24 小时至少 1 次，一般根据中试结果确定
	清洗时间	5-10 分钟
	化学清洗药剂	0.1%HCl 或 0.1%NaClO（有效氯计）
化学清洗	清洗频率	跨膜压差比初始上升 1.0bar（相同温度下），且通过上述反洗、气擦洗或化学分散清洗等方法不能恢复时
	化学清洗时间	60-90 分钟
	化学清洗药剂	1-2%柠檬酸、0.4%HCl0.1%、NaOH+0.2%NaClO（有效氯计）
	清洗流量	1m ³ /h 每支组件
	清洗液温度	10~40℃（较高温度利于提高清洗效率）

4-3-2 超滤的反洗和分散化学洗设计



反洗装置

1、反洗水泵：

应单独设置反洗水泵，反洗水泵参数可按以下选取：

- 1) 流量=膜反洗通量×单只膜面积×套内膜数量
- 2) 扬程：考虑管路损失，在满足流量要求下，一般控制反洗扬程 20-25m 水柱
- 3) 泵材质：过流部分不锈钢（视具体水质选材）

2、反洗过滤器：

一般为 Y 型管道过滤器，过滤精度 100 微米，材质：耐腐蚀。

CEB 反洗加药装置：

为膜系统在一段时间运行后压差上升后，为恢复膜的初始运行状况所建立的一个系统，即 CEB 系统，在反洗进行时在反洗水中加入 20ppm 次氯酸钠或次氯酸钠+NaOH/盐酸（在污染严重时请咨询供应商）。

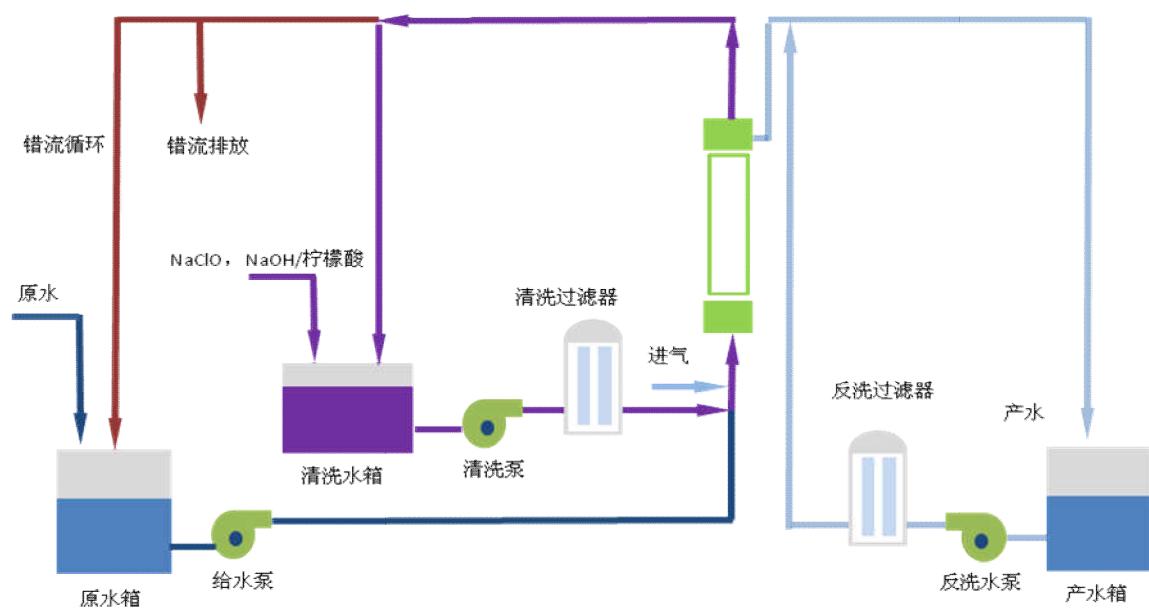
加药箱

容积：至少能够满足一天的用药量；材质：耐腐蚀；配置低液位报警加药泵。

流量：满足药剂用量要求；扬程：大于反洗泵扬程；材质：耐腐蚀。

注：当反洗水源氨氮大于 2ppm 时请另外选择水源，否则将影响氧化剂的效果

4-3.3 超滤的化学清洗设计



化学清洗系统包括清洗溶液箱、清洗水泵及清洗过滤器，该清洗为手动过程，通常采用手动配药方式在装置停机后进行。

清洗溶液箱

超滤膜性能参数表中单支膜元件水容积量为30L，在知晓膜元件数量的情况下可得出单套超滤系统的容积，在加上清洗管路和清洗过滤器的容积，再适当放20%的余量，即可得出清洗溶液箱的容积。

清洗水泵

流量：化学清洗通量一般按 $60-80\text{L}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 来计算，折合成膜组件流量后在 X 单套装置组件数量即可获得清洗泵流量

扬程：考虑管路损失，在满足流量要求下，一般控制化学清洗扬程 15-20m

泵材质：过流部分不锈钢

清洗过滤器

清洗过滤器流量按清洗水泵流量选取，材质：耐腐蚀材料

4-3.4 清洗过程注意事项

- 首先要关闭程序系统、系统所有阀门
 - 所有的清洗剂必须从超滤的进水侧进入组件
 - 整个超滤装置化学清洗过程需要 2-4 个小时
 - 清洗剂在循环进膜前必须去除可能存在的污染物
 - 清洗剂清洗完系统以后要进行排空，将系统冲洗干净
 - 化学清洗要在充分的反洗之后进行
 - 在清洗过程中打开超滤装置的浓水排放阀和产水排放阀

第五部分 超滤系统的操作与运行

超滤系统的正确操作可以保证系统的正常高效的运行，系统启动前的检查、装置的正确启动步骤、系统参数的调整、膜元件的污堵预防和日常维护运行操作等都应该在系统运行和操作时必须注意的方面。日常管理维护应该密切关注相关方面，以保证系统长时间的运行稳定。

5-1 超滤装置的启动

5-1.1 超滤装置启动前的检查内容

在首次启动超滤系统之前，必须先进行预处理的检查、膜组件的安装以及其他检查工作：

- 1、超滤前处理系统运行正常，超滤进水符合设计要求；
- 2、排水系统已经准备完毕；
- 3、PLC 程序已经输入；
- 4、电路系统检查已经完成，机泵运行正常；
- 5、管路系统连接完成并清理干净。

5-1.2 超滤装置启动的基本步骤

超滤系统首次投运时或者长时间停运后恢复运行，首先进行超滤系统启动之前的检查工作，然后需要用清水正冲洗去除膜组件内的杂质液体，开始启动时，相关的运行参数需要被设置，起始的运行水量应该小于设计水量，运行 24 小时，增加至设计水量。

- 1、启动原水泵；
- 2、装置灌水和冲洗；
- 3、设置和调整进水压力、装置产水量；
- 4、启动反洗泵，设置和调整反洗压力；
- 5、设置和调整进气压力；
- 6、设置和调整连锁报警点；
- 7、设置反洗时间间隔；
- 8、设置气擦洗时间间隔；
- 9、设置并联装置反洗顺序。



5-1.3 超滤装置需设置和调整的运行参数

- 1、产水流量; (设计通量×膜面积×膜支数)
- 2、反洗流量; (设计反洗通量×膜面积×膜支数)
- 3、进气量; (设计进气量×膜面积×膜支数)
- 4、进气压力; ($\leq 3.5\text{bar}$)
- 5、跨膜压差; ($\leq 2.1\text{bar}$)
- 6、反洗水压力; ($\leq 2.5\text{bar}$)
- 7、进气压力; ($\leq 2.5\text{bar}$)
- 8、清洗时间间隔; (20-60分钟)

初始的参数的设定为手动设置，一旦设置完以后，以后均恢复成自动设置。

5-1.4 超滤装置的运行程序

- 1、超滤装置置于手动控制模式;
- 2、设置和调整好所有的流量、压力和连锁值，关闭装置;
- 3、将超滤装置置于自动控制模式，重新启动装置。

5-1.5 超滤装置的停机程序

- 1、手动控制模式下的停机：打开正排阀，冲洗15秒，缓慢关闭进水阀。
- 2、自动控制模式下的停机：装置在自动模式下运行，当如下的情况发生时，装置会自动关闭或不能投入自动运行。

5-1.6 超滤装置运行程控步序表

超滤系统一般都采用自动控制运行，图表中是建议运行时的运行程控步序表

	状态	运行		反洗					分散清洗			停机
运行步骤	序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	步序	正洗	运行	进气	排水	反洗1	反洗2	正洗	排水	分散洗进药	浸泡	停机
泵阀状况	反洗泵					○	○			○		
	化学药剂泵					○	○					
	分散洗药剂泵									○		
	进水阀		○									
	产水阀		○									
	正洗阀	○						○				
	正排阀	○		○	○	○		○	○	○		
	反洗阀					○	○			○		
	反排阀				○		○			○		
	进气阀			○								
	错流排放阀											
时间		2-3min	30-60min	20-30s	20-30s	20-60s	20-60s	20-60s	20-30s	40-60s	5-10min	
流速		1-1.5 m ³ /h 支膜	40-120 L/m ² ·h	5-12 Nm ³ /h 支膜		100-150 L/m ² ·h	100-150 L/m ² ·h	1-1.5 m ³ /h 支膜		100-150 L/m ² ·h		
备注	1. 化学分散清洗1次/12小时，可根据运行情况调整频度。 2. 正常运行时，程序运行按2-3-4-5-6-7-2循环进行。根据超滤膜的污染程度，反洗过程可重复进行数次。 3. 分散清洗结束后直接转入反洗程序（即10-3）。 4. 错流排放阀采用手动控制阀，只在错流运行时开启。 5. 程序转换时所需考虑的缓冲时间应在实际编程时进行考虑。											

5-1.7 建议装置连锁或者报警条件

超滤装置需设置的连锁和报警点

超滤装置连锁和报警

1	设置点	超滤装置进水压力过高
	设定值	正常进水压力+1.0bar
	连锁内容	激活报警，装置转入待启动状态
2	连锁延时	延时5秒钟激活报警，10秒钟装置转入待启动状态
	设置点	超滤装置产水出口压力过高
	设定值	正常产水出口压力+1.0bar
3	连锁内容	激活报警，装置转入待启动状态
	连锁延时	延时5秒钟激活报警，10秒钟装置转入待启动状态
	设置点	次氯酸钠加药箱液位过低
	设定值	距离容器底部最小距离为7cm
	连锁内容	激活报警，关停计量泵，操作者给加药箱中添加次氯酸钠溶液
	连锁期间	超滤装置处于工作状态

5-2 超滤系统的运行

在系统的后期运行中，所有的系统运行数据都要进行有效的记录与保存，以便于后期及时发现故障并且有效的排除。

5-2.1 运行参数的记录

预处理运行参数的记录

- a) 监测并记录预处理工艺进、出水的 COD、浊度等参数，每周至少 1 次；
- b) 测量各种化学试剂的消耗量，每天测量一次；
- c) 记录预处理过程中设备的压力状况，每天 2 次；
- d) 定期对各种仪表进行校正。

运行数据的记录

1、下面参数至少每两个小时记录一次

进水温度 (°C)

进水压力 (bar)

产水压力 (bar)

产水流量 (m³/h)

浓水排放流量 (m³/h) (错流过滤时)

2、下面参数建议每周测定一次

进水 COD (mg/l)

产水 COD (mg/l)

进水浊度 (NTU)

产水浊度 (NTU)

维护运行记录

- a) 记录每天的设备运行状况；
- b) 记录定期维护设备的情况，并记录设备维修后的运行状态；
- c) 记录所有仪表的校正情况；
- d) 记录每次进行化学清洗操作时的状态，包括清洗日期、清洗时间、溶液 pH 值、清洗系统温度、流量和压力。

维持超滤装置持续正常运行的三个条件

- 1、合格的进水水质；
- 2、合适的清洗时间间隔；
- 3、及时的化学清洗。

超滤装置长时间停机的维护

- a) 如果组件停用时间较短（1周内），可每天运行30~60分钟，以防止细菌滋生。
- b) 组件长期停用（1周以上），应在停运前进行手动气洗，并注入保护液（1%亚硫酸氢钠溶液），关闭装置上所有阀门。每月检查保护液的pH值，如pH≤3时应及时更换保护液。
- c) 装置长期停用后重新投入运行，应将保护液冲洗干净（冲洗至排水无泡沫）。

在准备装置长时间停机过程中，控制柜输出电源必须关闭，并且出入电源也应处于关闭状态。

在任何时候都必须保持UMEMTECH超滤膜处于湿态，一旦脱水变干，都将造成膜组件不可逆的损坏。

第六部分 超滤系统的维护和故障排除

超滤系统长期运行之后，设备、膜组件等可能会由于不同的原因出现各种问题，常规的维护和及时的排除故障是保证超滤系统长期的高效稳定运行的关键，日常的维护和常规的数据记录能够为故障的排除提供好的参照。

常见的故障及时采取有效的措施，就能够及时的排除故障，恢复系统的运行。

6-1 系统的日常维护

- 每天巡检离心泵，检查电机温度；同时检查水泵的密封
- 定期校准压力表和流量表
- 定期检查自动阀门，是否有漏水、漏气现象
- 每天检查超滤装置管道和组件是否有泄漏现象
- 按要求纪录运行参数，根据产水水量、压力和产水水质判断故障并进行处理

6-2 系统的故障分析

图中列举了最常见的集中故障问题以及解决方案

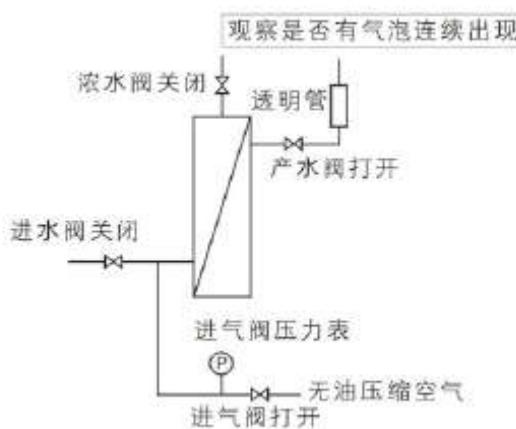
现象	可能存在的原因	修正措施
超滤膜跨膜压差过高	超滤膜组件被污染	查出污染原因, 采取相应的清洗方法; 调整清洗参数。
	产水流量过高	根据操作指导中的要求调整流量
	进水水温过低	提高进水温度
产水流量小	超滤膜组件被污染	查出污染原因, 采取相应的清洗方法; 调整冲洗参数。
	阀门开度设置不正确	检查并且保证所有应该打开的阀处于开启状态、并调整阀门开度
	流量仪出问题	检查流量仪, 保证正常工作状态
	供水压力太低	确定并且解决这一问题
	进水水温过低	调整提高进水温度; 提高进水压力。
产水水质较差	进水水质超出了允许范围	检查进水水质, 主要是浊度、COD
	膜组件发生破损	查找破损原因, 修补或更换膜组件
在自动状态下系统不能运行	供水泵不启动	排除接线错误可能; 将泵置于手动状态重新启动, 正常后转换为自动控制;
	进水压力高	检查供水泵; 压力开关设置问题。
	产水背压高	产水出口阀门未开启; 后续系统未及时启动; 压力开关设置问题。
	PLC 程序有误	检查程序

第七部分 超滤膜组件的完整性测试

泡点测试是表征膜最大孔径的一种简单方法和常用方法，主要是将空气吹过充满液体膜所需要的压力。膜完整性测试方法包括直接测试和间接测试。直接测试的方法主要有：气泡观察测试、压力衰减测试、扩散空气流测试和声敏测试等，前三种方法最为常用。

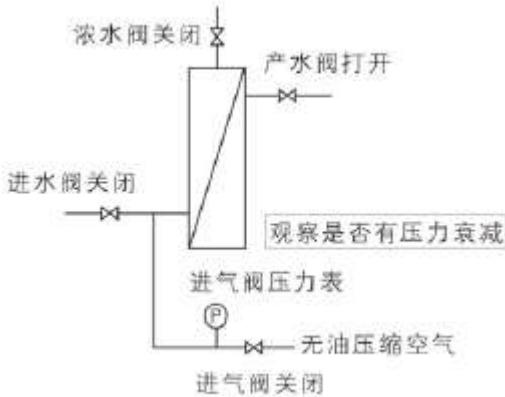
间接测试方法主要有：浊度监测、颗粒监测、尖峰完整性监测和微生物挑战测试等，其中以浊度监测和颗粒计数监测应用最广。

超滤组件的完整性检测



气泡观察法

将膜组件中充满测试所用的液体，使膜丝完全浸润，膜丝所有孔中都充满了液体，在膜组件进水侧通入无油压缩空气，逐渐提高进气压力，并观察产水侧是否有气泡连续溢出。



压力衰减法

压力衰减测试即可以针对单个膜组件进行，也可以针对整套膜装置进行，是一种在现场简便易行的方法。

第八部分 化学清洗

超滤膜组件会受到各种杂质的污染，膜组件发生污染可能会导致系统性的下降、产水水质的变化、产水通量的衰减、跨膜压差的增高以及能耗的增加。

在系统的维护运行中，及时对系统进行清洗能及时解决膜组件的污染，其中化学清洗是最有效的方法，根据水质运行情况，选择适应的清洗方法达到更好的处理效果。

超滤装置在其长期运行过程中，水中的杂质会日积月累而使膜的分离性能逐渐受到影响。因此，超滤装置在使用运行过程中需要定期、不定期地对膜组件进行化学清洗，以恢复膜的性能。



化学清洗的注意事项

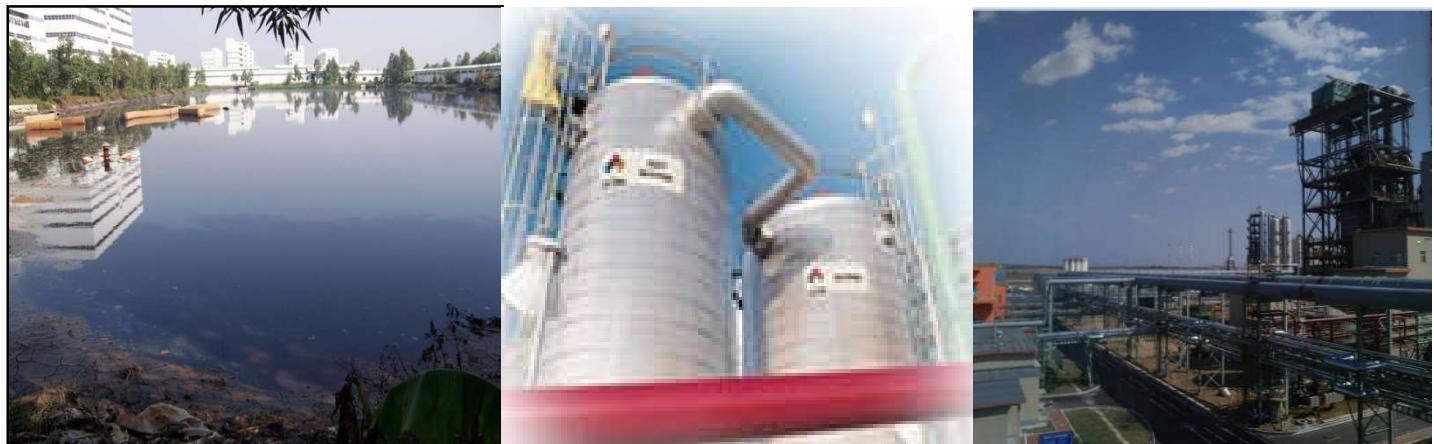
- 1) 所有清洗剂都必须从超滤的进水侧进入组件，防止清洗剂中可能存在的杂质从致密过滤皮层的背面进入膜丝壁的内部。
- 2) 超滤装置进行化学清洗前都必须先进行充分的反洗；
- 3) 超滤装置的整个化学清洗过程约需要 2~4 个小时；
- 4) 如果清洗后超滤装置停机时间超过三天，必须按照长时间关闭的要求进行维护。
- 5) 清洗液必须使用超滤产水或者更优质的水配制。
- 6) 清洗剂在循环进膜组件前必须除去其中可能存在的污染物。
- 7) 清洗液温度一般可控制在 10℃~40℃，提高清洗液温度能够提高清洗的效率。
- 8) 必要时可采用多种清洗剂清洗，但清洗剂和杀菌剂不能对膜和组件材料造成损伤。且每次清洗后，应排尽清洗剂，用超滤或 RO 产水将系统冲洗干净，才可再用另一种清洗剂清洗。

化学清洗的操作过程

- 1) 按停机程序关闭超滤装置，关闭装置上的所有阀门；
- 2) 在清洗溶液箱中配制好 1~2% 的柠檬酸或 0.4% HCl 溶液，并充分搅拌使其混合均匀；
- 4) 启动清洗水泵，缓慢打开清洗水泵出口阀、超滤装置清洗液进出阀，控制每个膜组件 1000L/h 的流量让清洗溶液进入膜组件，并返回清洗溶液箱中。循环清洗时间为 30min；
- 5) 关闭清洗泵，静置浸泡 60min；
- 6) 将清洗溶液箱和清洗过滤器放空，并用清水冲洗干净；
- 7) 打开超滤装置正排阀、反排阀和产排阀，排净清洗液；
- 8) 打开超滤装置的正洗阀、正排阀和产排阀，冲洗至进水和产水的电导率差值(高出之值)在 20 μ S/cm 之内；
- 9) 返回生产运行状态。

第九部分 应用案例

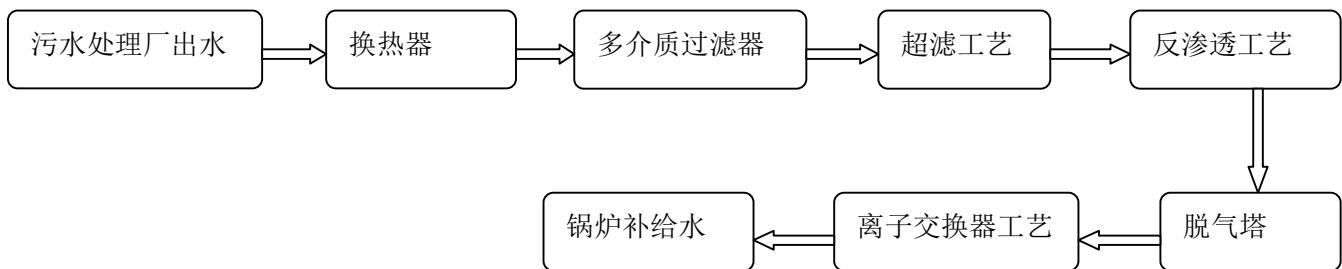
UMEMTECH 超滤膜广泛应用与各个废水处理领域，包括废水回用、中水回用、焦化废水回用、印染废水回用、钢铁废水回用等方面。



9-1 废水回用案例 I

中水回用

主要工艺流程图简介



相关数据介绍

Parameter	Unit	Raw Water
COD	mg/L	38.25
TSS	mg/L	16.8
TDS	mg/L	714
pH		7.71
Total SiO ₂	mg/L	9.26
Total Hardness	mmol/L	6.36

Unit Operations	Total Capacity (m ³ /h)	Number of Skids	Component installed
UF	218	4	SFP-2660
1 st RO	165.5	3	FILMTEC BW30-400FR
2 nd RO	72	2	FILMTEC BW30-400FR
EDI	68	2	EDI-210

现场图片的展示



9-2 废水回用案例 II

焦化废水回用
现场照片的展示



膜法系统在焦化废水回用的挑战：高 COD、高含盐量、系统回收率 70%

水源类别	地点	规模	运行
焦化废水	青岛	180m ³ /h (UF)	2.5a

9-3 近期案例介绍

山东博汇集团化工废水零排放项目



8*250m³/h 的超滤系统，3#、4#优膜产品，5-8#某国际大品牌。
大丰热电化水站



更换某国内品牌，更换后产水量大幅增加，出水浊度小于 0.1NTU

莒南莒兴热电化水站



地表水源, 处理水量 180m³/h

泰山玻纤制水站



地表水源, 处理水量 240m³/h

潍坊焦化废水深度处理站



焦化废水，处理水量 120m³/h

卓意玻纤制水站



地表水源，处理水量 300m³/h