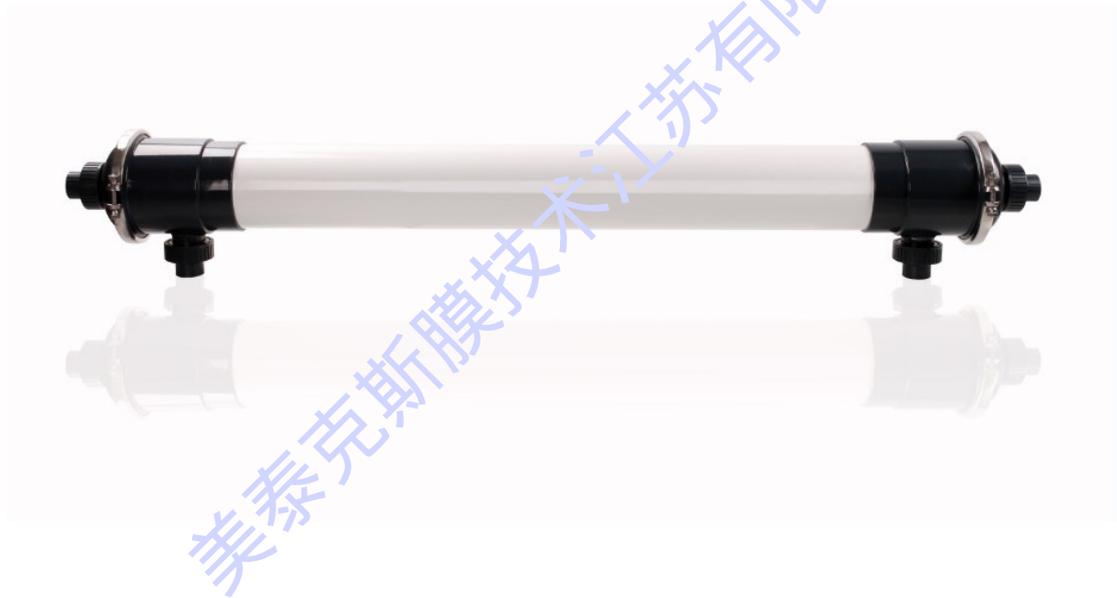




# 中空纤维柱式膜技术手册

(2019 版)



美泰克斯江苏膜技术有限公司

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

# 声 明

感谢您使用我公司出品的中空纤维膜组件。在使用膜组件之前，请认真阅读本使用手册。

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。本手册是根据本产品的适用试验结果所制定的，仅供参考。如果有理解不清楚的地方，请及时与美泰克斯膜技术有限公司 ( Memtex Technology Jiangsu Co.Ltd) 取得联系，以免对贵公司的工作造成影响!!!



## 目 录

<b>1、公司简介 .....</b>	<b>4</b>
1.1 公司概况 .....	4
1.2 品质保证 .....	4
1.3 技术专利 .....	6
<b>2、膜技术介绍.....</b>	<b>6</b>
2.1 膜分离技术介绍 .....	6
2.2 膜的分类及其特点 .....	7
<b>3、超滤膜技术介绍 .....</b>	<b>8</b>
3.1 超滤原理 .....	8
3.2 膜丝结构 .....	9
3.3 超滤膜术语介绍 .....	9
3.4 超滤膜形式 .....	11
3.5 超滤膜特点 .....	11
3.6 影响超滤膜系统性能的因素 .....	12
<b>4、美泰克斯柱式超滤膜介绍 .....</b>	<b>16</b>
4.1 膜组件特点及应用 .....	16
4.2 膜组件规格、尺寸 .....	17
4.3 膜组件尺寸结构图 .....	17
4.4 出厂检验 .....	17
4.5 包装、运输 .....	17
4.6 膜组件性能参数表 .....	18
4.7 膜使用前安全注意事项 .....	18
4.8、膜组件在线检测、补漏（主要针对 MTX-640 组件） .....	19
4.9、膜组件的安装 .....	19
4.10、膜组件使用注意事项 .....	20
4.11、膜的保存 .....	20
<b>5、美泰克斯超滤膜 CMF 工艺介绍 .....</b>	<b>21</b>
5.1 CMF 运行过程 .....	21
5.2 常规产水过程 .....	23
5.3 化学清洗 .....	26
<b>6、CMF 系统工艺设计 .....</b>	<b>28</b>
6.1 CMF 设计流程 .....	28
6.2 进水水质要求 .....	28
6.3 分析原水水质 .....	29
6.4 确定膜组件通量和回收率 .....	30
6.5 膜组件数量计算 .....	30
6.6 辅助系统设计 .....	32

## 1、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的产品技术支持与售后服务，以丰富的工程经验也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。

公司以集团化方式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。总部位于江苏省南通市，在天津市、宜兴市、荆州市均设有事业部或分公司，在邯郸市设有产品仓库。

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

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，才能得到有质量保证的超滤膜产品。

**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。

膜丝纺丝、浇注、组装等每个生产工序段都要进行针对泡点、断裂强度、断裂伸长率、膜丝孔径、膜丝外径、组件气密性等技术指标实时检测与监测。

## 1.3 技术专利

- (1) 申报发明专利：《聚偏氟乙烯中空纤维超滤膜的制造方法》；
- (2) 2010 年申报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 年申报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》；



## 2、膜技术介绍

### 2.1 膜分离技术介绍

**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；能耗少；能实现自动化运行；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：

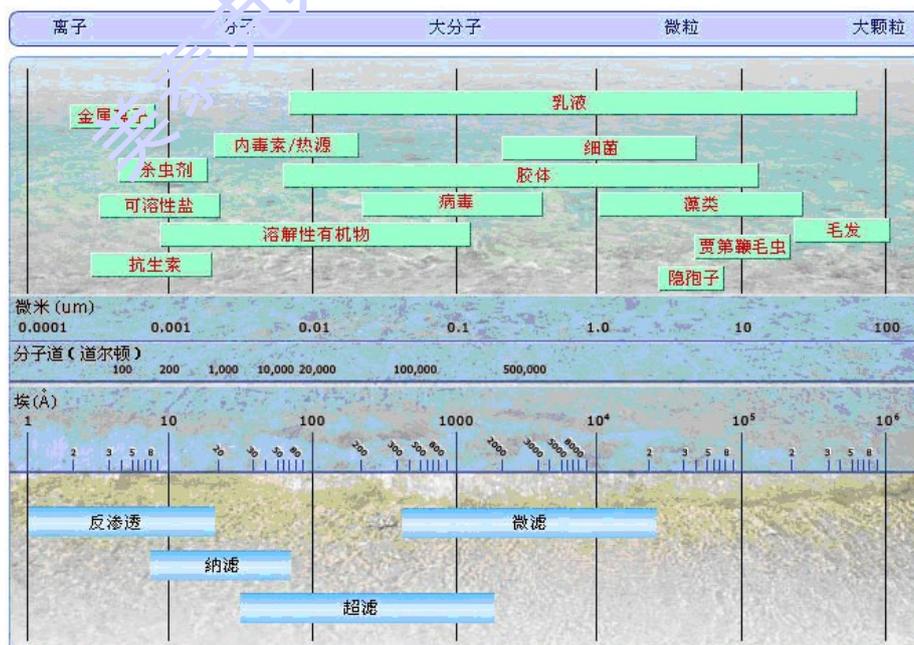


图 2-1 膜的过滤精度图谱

### 3、超滤膜技术介绍

#### 3.1 超滤原理

超滤是以筛分原理为过滤机理，简单的理解，超滤膜如同非常细的筛子，在一定压力（0.1~0.6MPa）下，允许溶剂和小于膜孔径的溶质透过，而阻止大于膜孔径的溶质通过，以膜两侧压差为驱动压力，实现对溶液进行过滤、分离、浓缩、净化。超滤膜有均匀的膜孔径，孔径分布非常窄，以达到对溶液高精度的分离效果，大于膜孔径的微粒能全部被截留，只有小于膜孔径的溶剂和小分子物质才能透过膜。

超滤膜孔径大约在 0.001-0.1 $\mu\text{m}$  之间，切割分子量（MWC0）约在 1,000-50 万 Dalton 之间。超滤对水中的悬浮物、胶体、大分子物质、细菌等几乎可以完全截留，对 BOD、COD、氨氮、TP 的去除率在 20%~60%，对小分子有机物和无机离子几乎不截留。

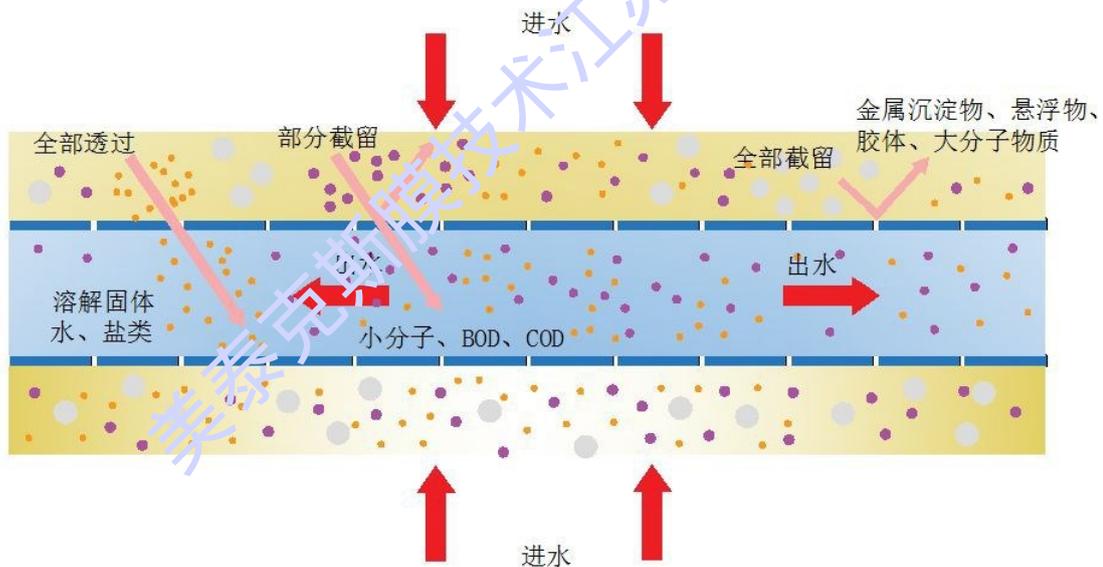


图 3-1 外压超滤膜分离原理图

## 3.2 膜丝结构

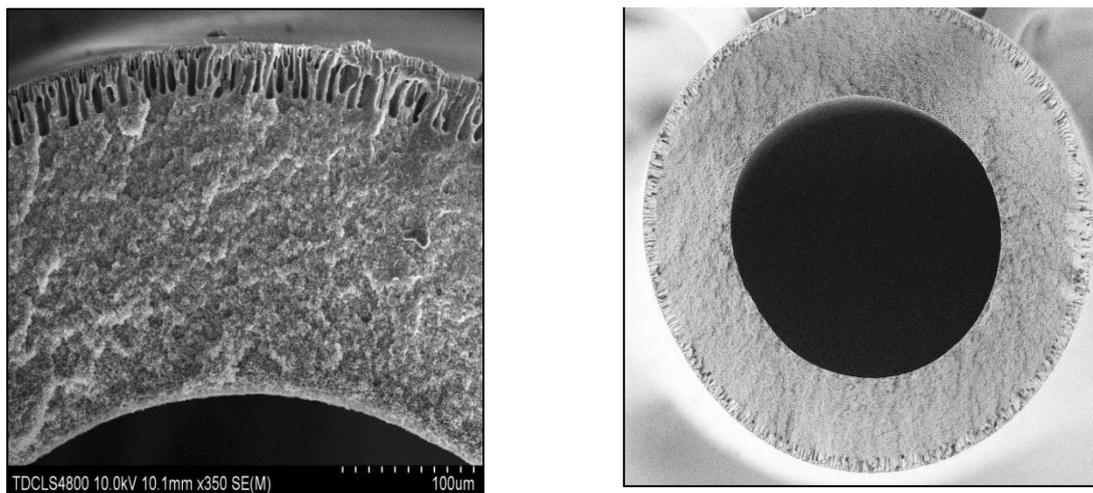


图 3-2 膜丝电镜照片

超滤膜通常由表面一层非常薄而致密的皮层和该皮层底下多孔的支撑层构成。致密皮层为功能层，起到过滤和截留污染物的作用。根据制造和成型的工艺不同，致密皮层可在膜丝的内表面（内压式）或外表面（外压式），或者内外表面（这种结构为双皮层结构）。普通水处理用超滤膜多为单皮层结构，双皮层结构通常用在超纯水的制备上，切割分子量在 10,000Da 左右，小分子如果透过一侧皮层，进入膜孔内部时，有可能被另一侧皮层截留，从而保证产水的水质。

## 3.3 超滤膜术语介绍

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，具有制成作用，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<sup>2</sup>·h。

7) 截留率：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 0.001 至 0.1 μm 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。一般使用电子单纱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) 错流过滤：压力推动溶液平行于膜表面流动，并且在压力的作用下一部分液体透过分离层进入产水侧，另一部分浓水携带污染物（微粒、胶体、细菌）平行于膜表面被排出膜系统。

14) 死端过滤：溶液通过膜表面时，在压力的作用下全部透过膜组件，只有污染物质留在原液侧。死端过滤只有在进水水质较好或者膜的抗污染性能很好的情况下才能使用。

15) 运行压力：膜的平均运行压力为原水进出口压力的平均值， $P_{平} = \frac{(P_{进} + P_{出})}{2}$ 。

16) 跨膜压差：膜进出口平均压力和产水侧压力的差值，是超滤膜进行产水的实际驱动压力，当膜受到污染时，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。跨膜压差  $TMP = P_{平} - P_{产}$ 。

17) 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。

18) 回收率：产水量和给水量百分比。在超滤系统中回收率可达到 95% 以上。即使采用错流过滤，由于浓水回流到原水池，回收率仍然很高。

### 3.4 超滤膜形式

超滤膜形式包括：中空纤维超滤膜、管式超滤膜、板式膜、卷式膜。其中卷式膜由于不耐污染，在超滤领域应用很少；板式膜占地面积大、产水量小，应用也较少，有部分用于 MBR 领域。管式超滤膜主要应用于粘度较高料液净化、分离或者浓缩，如果汁分离、电泳漆超滤、饮料提纯、中药提纯等领域。

中空纤维超滤膜由于具有大的比表面积，膜本身有自支撑作用，组件装填密度大，因此具有设备占地小、单位面积设备处理水量大的特点。另外，一只柱式超滤膜是有成千上万根中空纤维膜组成的，膜本身有自支撑作用，相对来讲每根超滤膜都是独立的，这个使得中空纤维超滤膜可以使用气水反洗，通过空气擦洗、水反洗以及膜丝之间的摩擦作用将膜表面的污染物去除。使膜系统能够长期稳定运行。

### 3.5 超滤膜特点

- (1) 超滤过程无相变，可在常温下运行，且分离运行压力较低，因而相对相变分离法来讲能耗低。约为蒸发法和冷冻法的 1/2-1/5。
- (2) 设备集约化，占地面积小，结构简单，故投资费用较低。
- (3) 设备由自控系统、自动阀门、分析仪表，可实现自动化运行。
- (4) 溶液在分离、浓缩过程中不发生质的变化，因而适合于热敏性物料的处理。
- (5) 超滤膜是由高分子聚合物制成均匀多孔的连续体，在使用过程中不会有杂质进入处理溶液，保证被处理溶液的纯净。

序号	项目	传统处理方法 (多介质、砂滤)	膜处理 (超滤)
1	去除能力	低 (不能去除细菌)	高 (能去除细菌)
2	出水水质	不稳定	稳定
3	占地面积	大	很小
4	污染物去除率	低	高
5	水利用率	<85%	>95%
6	过滤精度	30~50 $\mu$ m	0.1 $\mu$ m
7	滤料更换周期	1~2 年	5~10 年
8	运行成本	高	低

9	初期投资成本	同等	同等
10	后期投资成本	高（滤料更换）	无
11	反冲洗水量（以 40m <sup>3</sup> /h 处理能力计算）	17.5m <sup>3</sup> /次.套	0.58m <sup>3</sup> /次

**表 3-3 超滤工艺与常规过滤工艺的比较**

### 3.6 影响超滤膜系统性能的因素

超滤膜系统实际运行中，由于待处理溶液污染物被截留沉积在膜丝表面，形成膜污染，造成水通量衰减、截留能力下降。为保证膜系统的稳定运行，解决以上问题是关键。合理的预处理；合理的超滤膜；能保持该类膜稳定运行的一套合理的完整的工艺；

#### 3.6.1 合理的预处理

由于水处理的种类繁多，应用的水质情况各不相同。现在超滤系统可以作为反渗透系统的预处理、污水深度净化、地表水除浊、自来水净化、海水淡化预处理等各个方面。由于处理的水质情况不同，进水污染情况也不同，因此为了达到超滤膜的进水水质要求，所选用的预处理也不同。良好的预处理能够最大限度的去除原水中对膜构成威胁的污染物，出水水量水质稳定，最大限度的保持膜的性能。

预防项目	常用工艺
预防胶体和悬浮物污堵	混凝+沉淀： 常用混凝剂：硫酸铝、聚合氯化铝（PAC）、聚合硫酸铝（PAS）、三氯化铁、硫酸亚铁、聚合硫酸铁（PFS）、聚合氯化铁（PFC）等
	过滤： 滤料为石英砂或无烟煤+石英砂； 精密过滤器：过滤精度100 μm
预防生物污染	氯气、次氯酸钠、二氧化氯杀菌、臭氧杀菌和紫外线杀菌等
预防油类污染	隔油、气浮

**表 3-4 常用的预处理工艺表**

### 3.6.2 选择合适的超滤膜组件

超滤膜组件是 CMF 系统工艺的核心部件，膜组件的好坏很大程度的决定了膜系统性能以及使用寿命。膜材料、膜形式、制膜技术等因素决定超滤膜的性能。

#### (1) 膜材料

制造超滤膜的材料很多，但用于制造中空纤维超滤膜材料主要为一部分成纤性能良好的高分子材料。对膜材料的要求是具有良好的成膜性、热稳定性、化学稳定性、耐酸碱性、微生物侵蚀性和抗氧化性。并且具有良好的亲水性，以得到高的水通量和抗污染能力。目前常用的中空纤维超滤膜材料有如下几种：PVDF、PVC、PES、PS、PAN 等，目前应用最广泛的材料是 PVDF、PES。PVDF 的化学稳定性能最好，特别是抗氧化性能，使其在污水处理中得到大量应用。PES 在给水处理的应用比较多。PS 材料在特种分离应用比较多、其他几种材料由于化学性能受限制，应用较少。

聚砜（PS）、（PES）膜材料，机械强度高，耐热、耐化学性良好，为目前应用较多的膜材料之一。

聚丙烯腈（PAN）主要采用共聚改性聚丙烯腈，具有良好的亲水性与耐化学性，特别是抗氯和抗溶剂性能好。由于材料亲水性、透水速率及耐污染性能优于聚砜类膜材料。

PVC 膜材料价格便宜，强度和伸长率比 PAN 略好。其缺点也显而易见，非亲水性，同样的膜面积，水通量较小。由于 PVC 膜丝成孔率低，配方需加入多种化学原料，导致超滤膜滤芯做出来后容易产生异味。目前国内仅少数公司生产此类膜，而且多用于自来水净化等水质较好的原水处理。

聚偏氟乙烯（PVDF）膜材料为含氟材料，是目前公认的适用于超滤膜制备的最好材料。其特点如下：

A、热稳定性：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。

B、耐光照性能：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 光子所具有的能量，由于太阳光中能量大于 220nm 的光子所占比例极微，所以氟材料耐光照性好。

C、耐化学性能：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。

## (2) 超滤膜结构

中空纤维超滤膜有内压膜和外压膜两种膜丝结构, 相比来讲外压膜比内压膜具有以下特点:

- 1) 膜的比表面积大于内压膜, 相同条件下产水量更大。
- 2) 所形成的组件流道宽阔通畅, 不易污堵, 抗冲击性更强。
- 3) 污物附着在膜的外壁, 反向冲洗容易脱落, 容易排出。
- 4) 可以采用气水双洗, 减少自耗水用量, 提高产水率。

## (3) 制膜技术与品质保证

美泰克斯超滤膜采用 100%进口 PVDF 原材料, 在引进美国制膜技术成果基础上, 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。

### 3.6.3 合理的工艺设计和操作

对于超滤系统来说, 合理的预处理、优质的超滤膜是系统稳定前提, 但是并不能保证系统从而稳定无忧。合理的工艺设计和运行维护是决定系统超滤系统稳定的重要因素。

工艺设计时, 设计人员要按照不同水质的特点, 结合现场使用运行工况和以往类似的工程经验, 合理调整设计参数。

在系统后期运行维护过程中, 对系统各配件进行定其维护、保养, 常规的系统参数必须每天记录, 便于判断系统当前运行状况。

### 3.6.4 控制原水运行温度

在膜的使用温度范围内, 温度升高可使粘度下降, 透膜系数增大, 因此膜通量升高。因此对于使用温度变化较大的项目, 在设计时需考虑温度校正系数。以 25℃为基准, 设定校正系数为 1, 实际温度对应的校正系数可从表中读出, 则实际设计通量=25℃时的通量×温度校正系数。**理论上, 进水温度每±1℃, 膜通量相应±2%的幅度。**

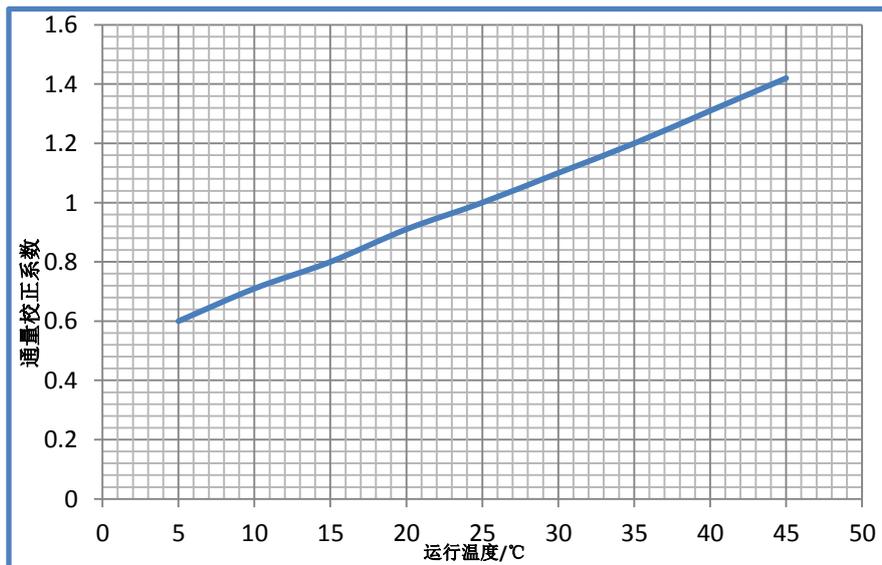


图 3-4 温度、通量校正曲线

### 3.6.5 操作压力对产水量的影响

低压段时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，但当压力值超过0.3MPa 时，即使压力再升高，其产水量的增加也很小，主要是由于在高压下超滤膜被压密而增大透水阻力，导致通量降低。

### 3.6.6 流速对产水量的影响

流速的变化对产水量的影响不像温度和压力那样明显，流速太慢容易导致超滤膜堵塞，太快则影响产水量。

## 4、美泰克斯柱式超滤膜介绍

### 4.1 膜组件特点及应用

#### 4.1.1 膜组件特点

- (1) 美泰克斯超滤膜采用国际先进制膜技术，膜丝为不对称指状孔结构，分离层厚实均匀，产品运行压力低、水通量高、，具有良好的截留率和抗污染能。
- (2) 以法国进口 PVDF（聚偏氟乙烯）为制膜原料，膜组件使用寿命长、耐化学性能强；
- (3) 采用外压式过滤方式，具有预处理要求低，运行能耗低，清洗周期长，产水水质好等特点；
- (4) 使用高强度、抗氧化、耐酸碱的 PVDF 材质膜丝，具有良好的化学稳定性和物理机械性能，可以使用的水质范围更宽，可以在水质恶劣的情况下使用。
- (5) 膜组件在出厂前均进行出厂检验，逐一进行外观及缺陷检验、整体无渗漏检验，检验合格后方可出厂，确保产品质量。
- (6) 优化压力式膜组件内部设计，以达到装填密度最大化及压力损失最小化，增强了组件的抗冲击能力；

#### 4.1.2 膜组件的应用范围

- (1) 电厂化学水、超纯水、纯净水工艺中作为反渗透 RO 系统预处理，替代传统多介质过滤器等过滤技术，节省占地面积、降低运行成本、更符合 RO 进水水质，延长 RO 膜使用寿命。预处理水质 SDI 可达到 C<sub>1</sub>-1；
- (2) 海水淡化预处理，去除海水中的悬浮物、微粒、细菌和藻类，大大延长了反渗透脱盐膜的使用寿命；
- (3) 自来水提标。用超滤制备自来水，比传统预处理方法水质高，出水稳定，工艺简单、自动化程度高、占地面积小；
- (4) 矿泉水净化、食品饮料行业。天然矿泉水经超滤净化后不改变微量元素成分，同时达到可以直接饮用的目的，一般用于矿泉水、食品饮料行业用水处理工艺的终端处理；
- (5) 市政污水、生活污水中水回用工艺。如二沉池出水进一步深度处理后回用；
- (6) 食品行业，如腌制废水回用处理项目，保证废水盐分的同时去除废水中的蛋白质、悬浮物等杂质；
- (7) 制药/化工/电镀/电子/印染/等行业废水、污水的深度处理达标或回用，COD、BOD、

NH<sub>3</sub>-N 的有效截留，为达标或回用提供了最终保障；

- (8) 钢厂/电厂等工业循环水的处理回用；
- (9) 用于医疗卫生纯化用水工艺中的去除颗粒、微生物和热源体；
- (10) 半导体行业前处理，化学处理水回用，晶片切割水回用；
- (11) 地下水、地表水、自来水的原水预处理，替代澄清池、砂滤、沉淀池工艺。

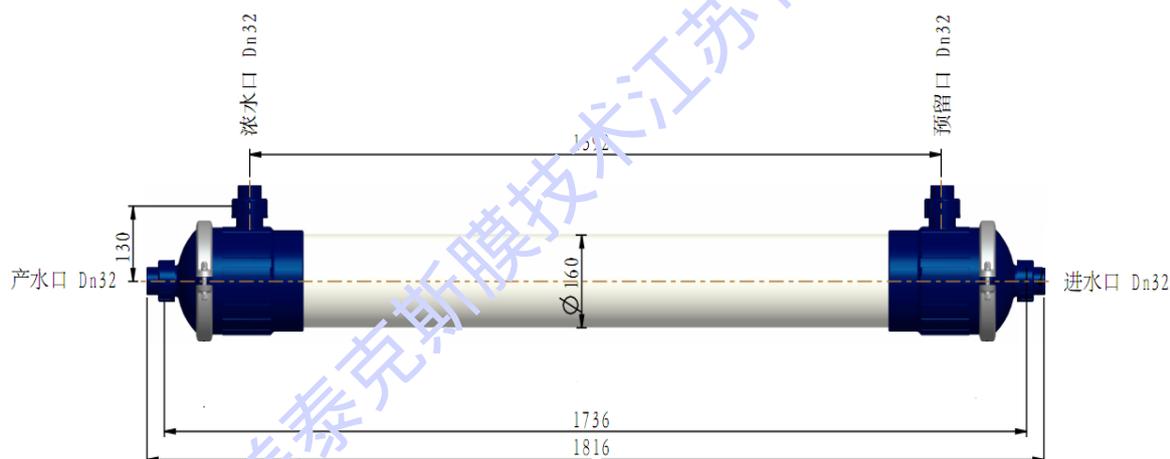
## 4.2 膜组件规格、尺寸

(1) 产品型号、规格

MTX-ABC（其中 ABC 为数字，A 表示膜规格，BC 表示该规格膜面积）

产品型号	MTX-640	MTX	6	40
文字说明	完整膜型号	美泰克斯膜名称	膜直径 6 英寸	膜面积为 40 m <sup>2</sup>

## 4.3 膜组件尺寸结构图



## 4.4 出厂检验

膜组件在出厂前均进行出厂检验。逐一进行外观及缺陷检验；逐一进行整体无渗漏检验；每批组件 100%测试产水量；检验合格后方可出厂。

## 4.5 包装、运输

**包装：**每支膜组件产品内部都放有 1%的亚硫酸氢钠保护掖，进行封存。

**运输：**膜组件在运输过程中，应避免碰撞、雨淋、烈日暴晒和机械损伤。在寒冷地区，请注意不要让膜组件冻结。防止造成无法恢复的损伤。

## 4.6 膜组件性能参数表(以 MTX-640 为例)

膜组件型号		MTX-40
组件参数	膜材料	聚偏氟乙烯(PVDF)
	制膜工艺	NIPS
	有效膜面积 (m <sup>2</sup> )	40
	平均孔径 (μm)	0.03
	膜丝内/外径 (mm)	0.7/1.2
组件尺寸	外径×总长 (mm)	Φ160×1816
	连接口规格	DN32
组件重量	湿润组件 (kg)	25
	满水组件 (kg)	40
使用条件	过滤方式	死端过滤/错流过滤
	最大进水压力 (kpa)	200
	最大跨膜压差 (kpa)	150
	适用温度范围 (°C)	5~40
	化学清洗pH 范围	1~11
	NaClO 最大耐受浓度 (ppm)	5000
	产水通量 (L/m <sup>2</sup> ·h)	30~120
	水反冲通量 (L/m <sup>2</sup> ·h)	55~75
	气水反洗气流量 (Nm <sup>3</sup> /h)	4~6
	最大气洗压力 (Mpa)	0.15
	最大反洗压力 (Mpa)	0.2
	气水反洗水通量 (L/m <sup>2</sup> ·h)	25~35
产水性能	产水浊度 (NTU)	≤0.2
	产水污染指数 (SDI)	≤3
	去除大肠菌群	每100ml 样品中未检出
	菌落总数 (CFU/ml)	<3

\*标准设计通量以 20°C、0.1MPa 为设计条件。

## 4.7 膜使用前安全注意事项

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。

### (1) 开箱/安装时的注意事项

在新品膜组件内部封注有 1%亚硫酸氢钠的保护药液用于杀菌。如果皮肤不慎溅上该药剂，请用大量清水冲洗。如果液体不慎进入眼睛或嘴里，请立刻用净水清洗 15 分钟以上，然后请医生进行诊断。另外操作时请务必戴好橡胶手套，防护眼镜等保护措施。为了防止膜组件掉落，翻倒时造成伤害，操作时请务必穿上安全鞋，戴上安全帽、头盔。

## (2) 运行时的注意事项

初次运行时，需要将膜组件内保护液排掉，并用清水冲洗干净后方可投入使用。否则可能会产水水质产生影响。

## (3) 化学药剂清洗时的注意事项

使用化学药剂清洗时，因有的药剂可能对人体有害，请务必戴好防护眼镜、手套等保护措施。万一不小心溅到衣服、皮肤上时，请立即采取适当的措施处理。如果在用药剂清洗过程中感到装置有异常情况时，请立刻中止清洗。

## 4.8、膜组件在线检测、补漏（主要针对 MTX-640 组件）

**在线内压检测膜组件：**向中空纤维膜内部通入 0.02~0.04MPa 压缩空气，若膜设备透明观察管中有明显连续气泡出现，便判定该膜组件渗漏。

**在线外压检测膜组件：**向中空纤维膜膜丝外部通入 0.02~0.04MPa 压缩空气，若膜设备产水透明观察管中有明显连续气泡出现，便判定该膜组件渗漏。打开产水口上盖并从侧口施加 0.02~0.04MPa 压缩空气，以细小的水流浸没产水口端面，如有喷气表明该根纤维是漏的。

**补漏：**用钢钉直接将其堵住，或用铅笔或针头作标记，注 1/3 净于膜组件中并将上侧口封闭，端面向上使其风干不少于两小时。用加好固化剂并搅匀的环氧树脂滴入做过标记的渗漏纤维孔中（注意不要污染面积过大）。约十分钟再进行第二次修补，确保每根渗漏的纤维被环氧树脂堵住。环氧树脂完全固化后，重复上述步骤，直至完全没有渗漏现象为止。

**注意：**在检测、补漏过程中膜组件侧下口和底口一定封闭，保证组件内纤维的潮湿。透明观察管安装在浓水出口处，约 50~100mm。

## 4.9、膜组件的安装

### (1) 打开包装

打开外包装箱，小心取出组件，褪去组件的塑料包装袋，将组件轻轻放在工作台上。

### (2) 放出保护液：

将组件的两个侧口及两顶端的密封螺盖逆时针旋开；小心将没有树脂封口的一端（产水口）抬高；使保护液从打开的底端（原水进口）处放出；将有树脂封口一端（原水进口）的侧口螺盖顺时针旋紧密封。

### (3) 将膜组件紧固于架子上。

### (4) 管路连接，确认系统管路中无硬性颗粒杂质如铁屑、塑料管件残渣、沙粒等。

## 4.10、膜组件使用注意事项

为了最大限度地发挥膜组件的性能，请注意以下事项：

- 1、在安装膜组件之前，请不要排空内部的保护液体。
- 2、中空纤维膜如果变干燥，其性能就会下降以致不能正常使用，所以当暂时中断运行时，请往膜组件内注入保护液/清水以保持湿度。
- 3、寒冷地区，要防止膜组件发生冻结。
- 4、膜组件容器是用塑料制成的，使用时请注意不要掉落导致破裂。
- 5、MTX-640膜组件与外部的接合部为 DN32的UPVC活接头。在与配管连接时要注意安装方式，以保护膜组件不会破损。在接合处，除了粘接剂以外，请不要沾上其它的油质、污垢。
- 6、敬请注意：竖直安装膜组件。否则，进行空气清洗时会降低清洗效率。
- 7、在膜组件通水之前，务必冲洗配管等部件，并确认没有颗粒杂质和污垢。
- 8、通水时，膜组件内有时会残留空气。为了防止由于水锤导致的膜组件和膜丝的破损，请缓慢进水，充分排除空气。
- 9、进行过滤运行时，请不要给膜组件过度加压并注意供水温度。膜组件的最大跨膜压差  $< 0.2\text{MPa}$ ，如果过度加压使用，会导致膜组件及膜丝的破损，建议膜使用温度为  $5\text{--}45^{\circ}\text{C}$ 。

## 4.11、膜的保存

本膜组件产品在未使用前或是在停机时的保管，请按照以下方法进行。

### (1) 未使用膜组件的保管

请置于阴凉处，避免阳光直射，严禁排放膜组件内部的保存液。

### (2) 使用后的膜组件的保管

短期停机的情况下：停机 2~3 天以内，请在膜组件内部充水的状态下一周左右时，请注入浓度为  $20\text{mg/L}$  的次氯酸钠溶液。

长期停机的情况下：膜组件要先经过次氯酸钠药洗后，再注入 1% 的亚硫酸氢钠溶液。

### (3) 保护液的更换

膜组件保护液为亚硫酸氢钠时，其 pH 值应在 3~6 之间。通常亚硫酸氢钠易被氧化，pH 值会有所下降，此时应重新添加保护液。

### (4) 冬季防冻

在寒冷地区，请注意不要让膜组件冻结，以造成无法恢复的损伤。

◆ 膜在任何情况下不能脱水。

## 5、美泰克斯超滤膜 CMF 工艺介绍

CMF (continue membrane filtration) 是连续膜过滤系统的简称。是以中空纤维超滤膜为中心处理单元，当处理液在一定压力下通过超滤膜过滤，达到物理分离的目标。配以特殊设计的管路、阀门、自清洗单元、加药单元和自控单元等，形成一闭路连续操作系统。

该技术是最近十年间新开发并迅速应用和普及的一项膜过滤技术。该工艺包括：正冲、产水、气水反洗、水反冲、在线增强反洗，以及化学清洗等过程。其中产水周期根据进水水质、运行条件不同可设定为 20-60 分钟不等。

连续膜过滤 (CMF) 系统是专为中水处理回用、反渗透和纳滤预处理项目、和浊度比较高的物料处理而使用的膜过滤单元。该 CMF 系统采用具有独特结构的高抗污染型中空纤维膜元件和独特的气水双洗工艺技术，配以特殊设计的管路阀门、自清洗单元、加药单元和自控单元等，形成一闭路连续操作系统。CMF 系统特别适用于过滤自来水、地下水、地表水和城市污水经生化处理后的排放水，从中去除细菌、微生物和悬浮物等杂质，净化后的水清澈透明，浊度近于零。

### 5.1 CMF 运行过程

CMF 运行包括常规产水过程和化学清洗过程。产水过程又包括：正冲、产水、气水反洗、反冲、排污过程，以上五个步骤构成产水的一个周期。当系统运行 N 个周期后，进行一次在线化学增强清洗，即在气水反洗过程中辅助加药，并浸泡、冲洗，在线化学清洗结束后系统自动恢复到常规运行状态。当系统运行一段时间后，在线清洗仍不能恢复膜通量，则需要进行离线化学清洗，在停止产水过程的情况下，用化学药剂、化学清洗系统对膜系统进行离线清洗，该过程为手动操作。CMF 系统运行步续表如下表所示

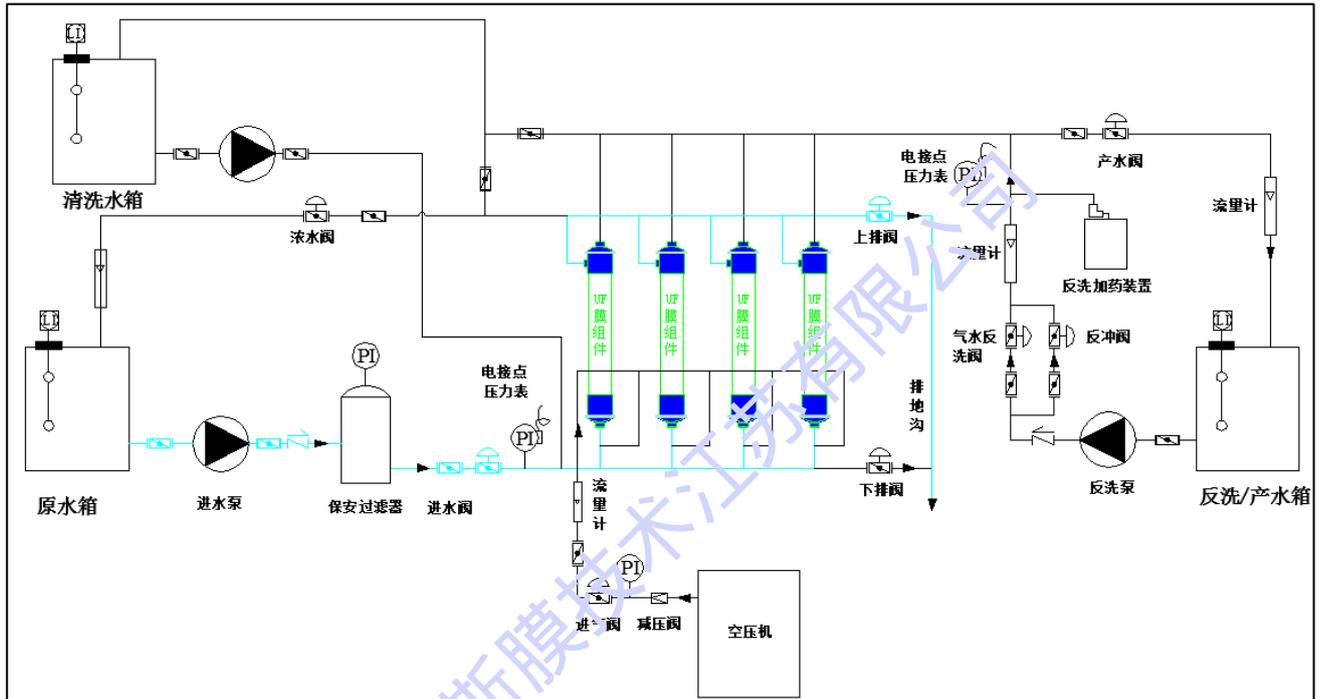
运行步骤	阶段	常规产水过程					在线化学增强反洗				
	序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	运行步骤	正冲	产水	气水反洗	水反冲	排污	加药	浸泡	排污	水反冲	排污
泵阀开闭情况	进水泵	◆	◆								
	反洗泵			◆	◆		◆			◆	
	反洗加药泵						◆				
	进水阀	◆	◆								
	产水阀		◆								
	浓水阀		◆								
	上排阀	◆		◆	◆	◆	◆		◆	◆	◆
	下排阀				◆	◆			◆	◆	◆
	气水反洗阀			◆			◆				
	水反冲阀				◆					◆	
	进气阀			◆							
时间		15-20s	20-60min	20-60s	20-60s	20-40s	15-35s	20-40min	20-40s	20-60s	20-40s
注：1、控制程序 1-2-3-4-5-1 为正常产水周期，根据原水水质不同，一个周期为 20-60 分钟； 2、当进行 N 个产水周期后，根据原水水质情况以及膜污染情况而定，一般每 1-2 天进行一次在线增强反洗，控制步骤为 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-1； 3、系统运行根据运行情况，当膜前后差到达 0.1-0.12MPa 时，需进行化学清洗，化学清洗过程请见 5.3 章节；											

表 4-1 超滤系统控制步骤续表

## 5.2 常规产水过程

### (1) 正冲

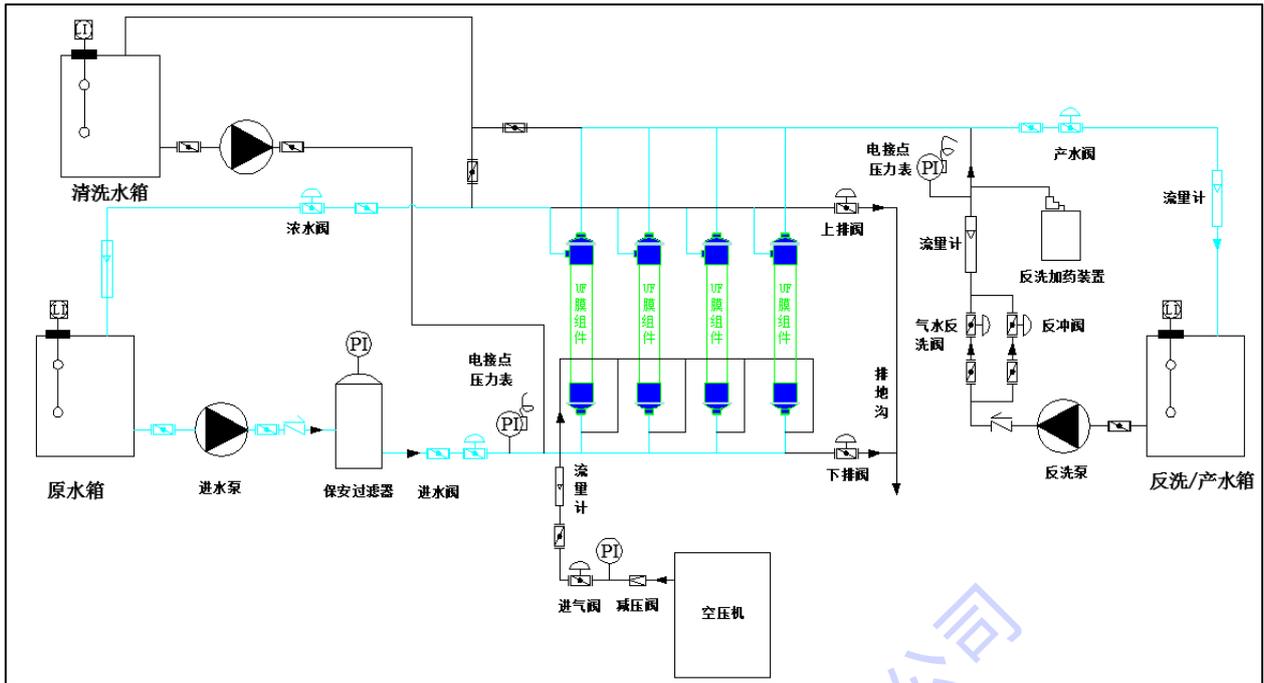
正冲是采用原水对膜系统进行低压冲洗、排气，一般用于系统停机后进行产水前冲洗，或者膜系统进行反洗以及化学清洗后对膜系统冲洗。正冲时开启水路如图一所示。其中蓝色为开启部分、黑色为关闭部分。



图一

### (2) 产水

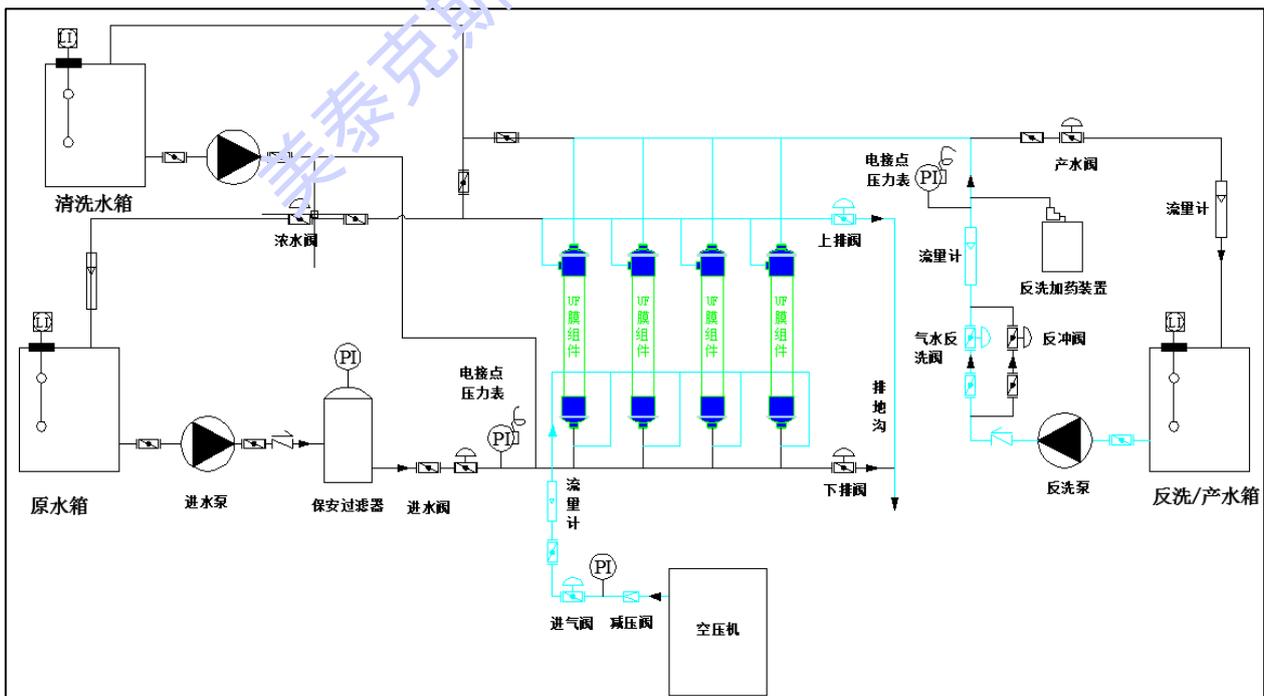
产水过程是将原水经过超滤膜使其得到过滤的过程，根据原水情况（包括原水来源、水质）设置每个过滤周期的时间，一般可设置为 20-50min/周期。产水过程时开启水路图二所示。其中蓝色为开启部分、黑色为关闭部分。



图二

### (3) 气水反洗

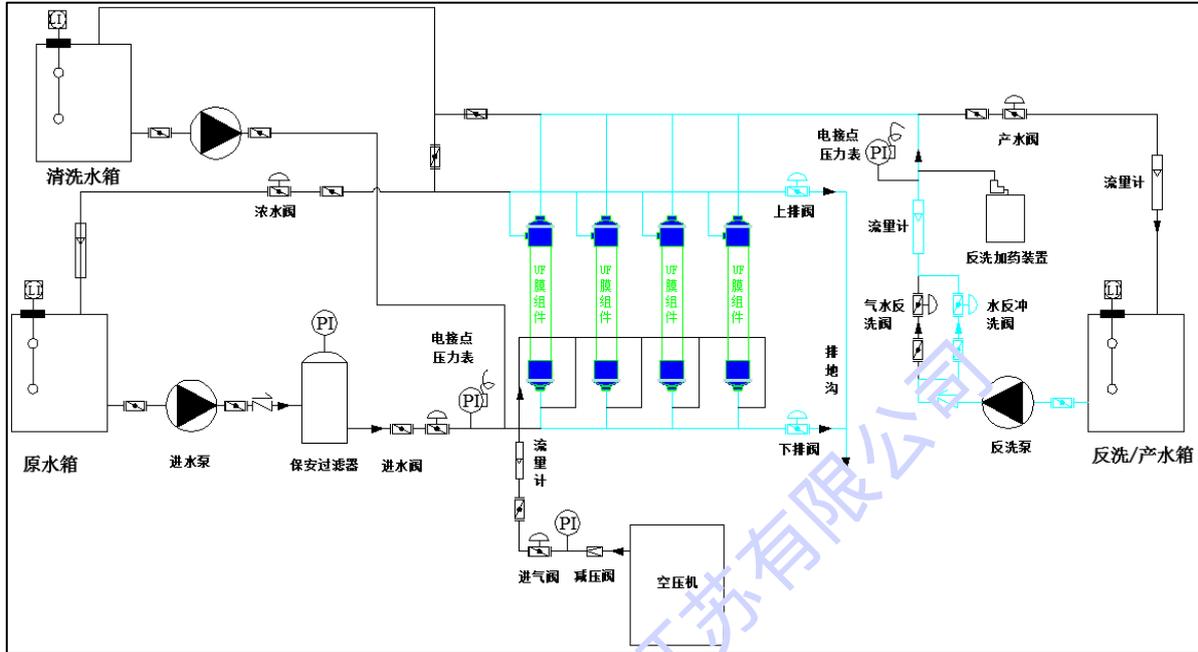
产水过程结束后，由于超滤膜的截留作用，被截留下来的污染物会在膜表面沉积，堵塞膜孔。这时在膜的产水侧通入小流量的反洗水，并在膜进水侧通入无油压缩空气，通过空气擦洗和水反洗的共同作用，膜丝之间产生摩擦和抖动，将沉积在膜表面和膜空内的污染物冲洗出来，恢复膜的通量。气水反洗过程时开启水路如图三所示。其中蓝色为开启部分、黑色为关闭部分。



图三

#### (4) 水反冲

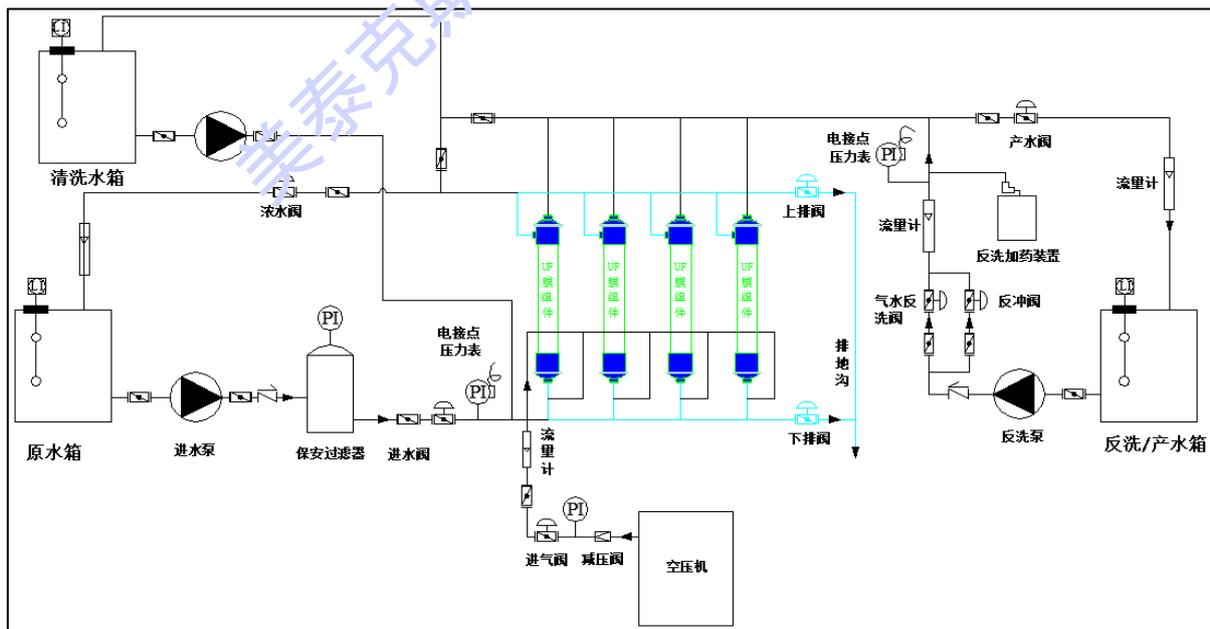
经过气水反洗后，膜表面的污染物脱落，再通过大流量的清水对膜组件反冲洗，将脱落的污染物质冲洗出膜组件，防止产水时脱落的污染物在此沉积，又附着在膜表面造成长久污染。水反冲过程时开启水路如图四所示。其中蓝色为开启部分、黑色为关闭部分。



图四

#### (5) 排污

将反洗时脱落的污染物排空，防止其存留于膜组件内造成二次污染。排污过程时开启水路如图五所示。其中蓝色为开启部分、黑色为关闭部分。

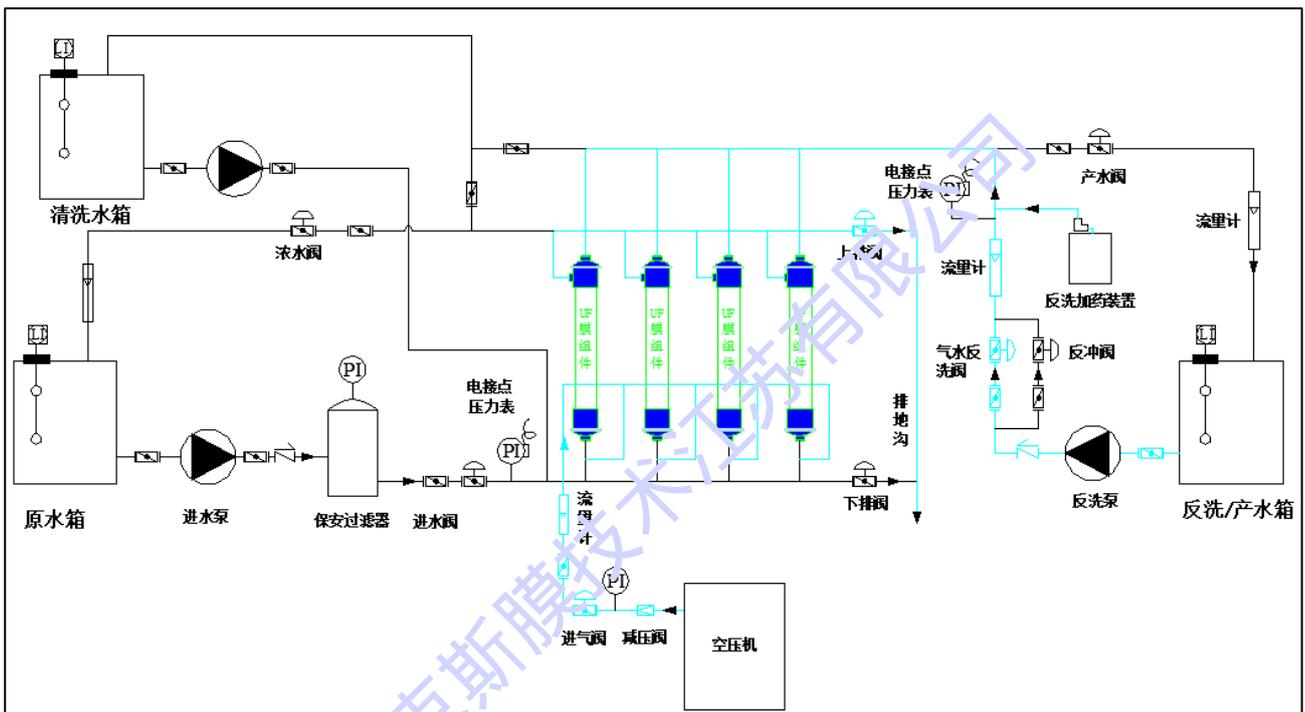


图五

## 5.3 化学清洗

### (1) 在线增强反洗

根据水质以及运行情况，运行  $n$  个周期后，可以在气水反洗的过程中加入清洗药剂，以增强清洗效果。根据水质情况可加入氧化杀菌剂（如次氯酸钠），或者加碱性除油、除有机物（如氢氧化钠）。在线增强反洗过程时开启水路如图五所示。其中蓝色为开启部分、黑色为关闭部分。



图六

### (2) 离线化学清洗

超滤系统运行一段时间（具体时间根据水质情况而定）后，虽然系统设计了频繁在线气水反洗、反冲等清洗过程，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。这时候物理清洗已经没有效果或者效果很小了，需要用化学药剂对系统进行停机清洗。

化学清洗一般包括：配药、循环清洗、浸泡、清洗、清水冲洗等几个步骤，有时遇到难以清洗的污染物甚至需要几种药剂配合反复进行清洗，以恢复膜性能。

## 1) 药剂选择

污染源	清洗药剂	药剂浓度
有机物、胶体等污染	氢氧化钠	0.3-1%，
微生物污染	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%）

注：当系统受到多种污染物质污染时，需用以上方法配合清洗，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) 离线化学清洗步骤

①判断污染源，确定清洗药剂。

②化学清洗前需要进行反洗和排污过程，用超滤产水将膜组件冲洗干净后放空管路及膜组件内的水。

③配置清洗药剂，清洗温度 32-38℃ 为最佳，并记录初始 PH 值（有效氯值）。

④开启清洗进水阀、清洗产水阀、清洗浓水阀，再启动清洗泵。其中清洗进水阀要缓慢开启（依次开启三分之一、三分之二、全部打开）、清洗产水阀（仅开启四分之一即可）、清洗浓水阀完全打开，让清洗药剂大部分从浓水侧回流至清洗水箱。

⑤清洗泵开启后需要打开浓水阀 2-4min，排放前期药剂至地沟，当浓水侧药剂 PH 与清洗药剂初始 PH 相同时，关闭浓水阀。

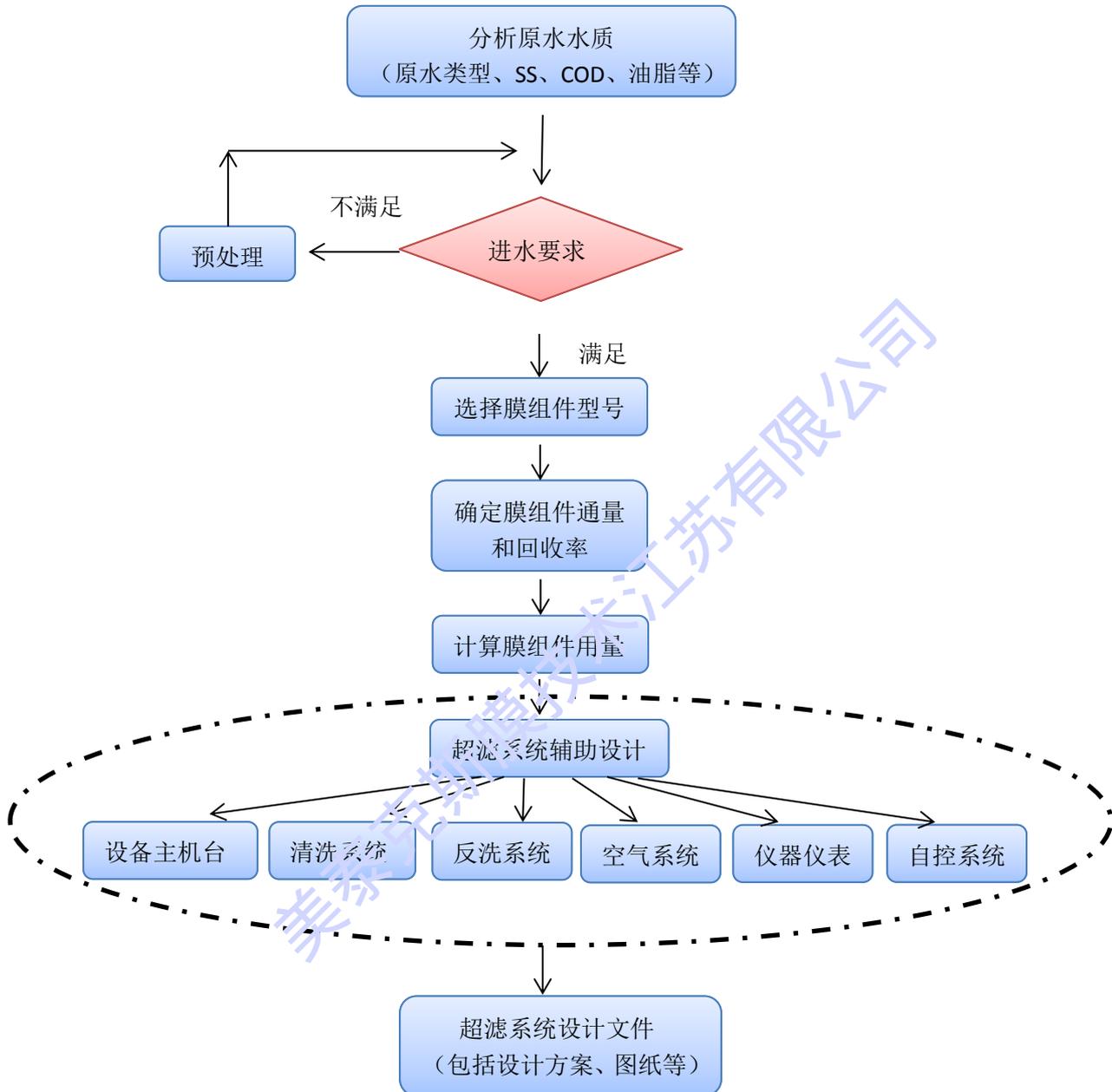
⑥在低压 0.1-0.12MPa 下循环 30min，然后浸泡 40-120min，再循环 30-120min，依次循环，

⑦清洗过程中可用 PH 试纸（余氯试纸）检测清洗液 PH（余氯值）变化并记录分析。如果 PH（余氯值）发生变化，需要及时补加药剂。同时还要注意清洗药剂温度变化，尤其在碱液清洗过程中，温度将直接影响清洗效果。

⑧清洗完毕后排空药剂，并用清水洗至中性。保证系统无药液残留，方可进行产水或者待机状态。

## 6、CMF 系统工艺设计

### 6.1 CMF 设计流程



### 6.2 进水水质要求

超滤系统进水水质条件如下表所示，如果原水满足如下要求，方可进入系统，否则需要进行预处理。

项 目	建议值	最大限值
浊度(NTU)	< 5	10
SS(mg/L)	< 30	50
温度(°C)	15-25	5-40
CODCr(mg/L)	< 20	100
油脂(mg/L)	0	2
pH	6-9	5-10
余氯(mg/L)	0.5	200

表6-1超滤膜组件进水条件

### 6.3 分析原水水质

为了更合理的确定膜组件通量，指导工艺设计，需要了解原水水源性质，是地下水、自来水、中水或其他水体；按照表格要求填写水质分析表，并确定原水是否经过预处理，如果有，则要了解预处理工艺和添加的药剂。

用户在进行系统设计之前需要填写原水水质分析表。如果原水水质不均，需要在不同时间段、不同间隔周期分别取 3-5 次水样，分析数据取其平均值。所需分析的水质指标如下表 6-1 所示：

水质分析单位：_____		分析者：_____	
原水类型：_____		取样地点：_____	取样时间：_____
取样人：_____			
水质指标	含量	水质指标	含量
油脂(mg/L)		温度(°C)	
CODcr(mg/L)		pH 值	
SS(mg/L)		浊度(NTU)	
BOD5(mg/L)		铁(mg/L)	
色度		锰(mg/L)	
TOC(mg/L)		SO4 <sup>2-</sup> (mg/L)	
硝酸盐氮(mg/L)		HCO3 <sup>-</sup> (mg/L)	
大肠杆菌(个/L)		钙(mg/L)	
细菌总数(个/L)		二氧化硅(mg/L)	
电导率(μs/cm)			
其他/备注：			

预处理工艺:

预处理药剂投加种类及含量:

表6-2 超滤系统原水水质分析表

## 6.4 确定膜组件通量和回收率

超滤膜组件在水处理应用中膜通量和回收率的选择可参考表6-3中数据初步选定，再根据具体水源、水质或中试情况确定最佳的运行通量。

进水类型	浊度	预处理精度	运行膜通量	系统回收率	产水间隔时间
	(NTU)	( $\mu\text{m}$ )	( $\text{L}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ )	(%)	(min)
地下水	<2	$\leq 100$	70-90	$\geq 96$	40~60
自来水	<3		60-80	$\geq 95$	40~60
地表水	5~15		45-55	$\geq 92$	20~40
海水	<5		45-60	$\geq 90$	20~30
深度处理	<5		40-50	$\geq 90$	20~30

表 6-3 不同水质情况下25℃时超滤膜通量设计导则

注：①表内数据仅作参考，具体还要根据详细的水质分析、经验和中试试验等进行确定。

②表中推荐的运行膜通量为不低于20℃的条件下，若水温低于20℃，应按下述方法校正。

对于不同的进水温度，在设计时需考虑温度校正。以水温25℃为基准，设定校正系数为1.0按实际设计温度从图3-4中读出校正系数，**实际设计通量=温度校正系数×25℃的设计通量**。

## 6.5 膜组件数量计算

以下给出膜组件数量的估算方法，如有疑问，请咨询我公司相关技术人员。

### 【根据产水量估算膜组件数量】

首先确定膜组件通量（F），根据产水水量（ $Q_1$ ）和系统回收率（P）计算膜组件数量（N

），取整数。公式如下：

$$N = \frac{1000 * Q_1}{F * S * P}$$

N：膜组件数量（支）

Q<sub>1</sub>：小时净产水（m<sup>3</sup>/h）

F：设计瞬时膜通量 LMH（L/m<sup>2</sup>·h）

S：单支膜面积（m<sup>2</sup>）

P：系统设计回收率 %（带入小数计算，如 90%，带入 0.9）

#### 【根据进水量估算膜组件数量】

首先确定膜组件通量（F），根据进水水量（Q<sub>2</sub>）计算膜组件数量（N），取整数。公式如下：

$$N = \frac{1000 * Q_2}{F * S}$$

N：计算膜数量（支）

Q<sub>2</sub>：小时进水流量（m<sup>3</sup>/h）

F：设计瞬时膜通量 LMH（L/m<sup>2</sup>·h）

S：单支膜面积（m<sup>2</sup>）

#### 【根据膜组件数量计算机台数量】

首先确定单机台膜组件数量（n），根据计算出膜组件总数量计算机台数量(M)。公式如下：

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

M：机台数量（台）

N：膜组件总数量（支）

n：单机台膜数量（支/台）

说明：

（1）如果出现机台数量为整数，即为计算数量。

（2）如果出现余数，余数小于膜组件总数（N）的 5-10%以下，可以考虑增加通量减少膜组件数量来确定机台数量。（理论上最佳的设备套数为 3-10 套，如特殊设计请咨询我公司相关技术人员）

## 6.6 辅助系统设计

### 6.6.1 进水系统

进水系统主要包括原水箱、原水泵。

进水泵需用卧式离心泵，材质根据原水水质情况而定，常用材质 SS304。

#### 【原水泵流量】

$$Q = Q_2 * \theta$$

Q: 水泵流量, m<sup>3</sup>/h;

Q<sub>2</sub>: 小时进水流量, m<sup>3</sup>/h

θ: 安全系数 (取 1.1-1.2)

【水泵扬程】进水泵扬程计算按以下公式:

$$H = H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5 + H_6$$

H: 进水泵扬程 (m), 参考值: 25-28m

H<sub>1</sub>: 进水管路局部水头损失 (m)

H<sub>2</sub>: 进水管路沿程水头损失 (m)

H<sub>3</sub>: 水池最低水位至机台进口净高度 (m)

H<sub>4</sub>: 膜系统过滤需要的最大工作压力 (m)

H<sub>5</sub>: 过滤器的最大的水头损失 (m)

H<sub>6</sub>: 产水背压水头 (m)

#### 【原水箱】

材质: , 根据原水水质情况选择, 参考材质 PE/FRP/SS304/钢砼结构等。

有效容积: 考虑到系统运行稳定性, 原水箱有效容积 ≥ 1.5Q

#### 【保安过滤器】

过滤能力等于进水泵流量, 过滤精度 100 微米。

### 6.6.2 反洗系统

反洗系统包括反洗水箱、反洗泵、反洗加药泵、反洗加药箱

#### 【反洗水泵流量】

水反洗和气水反洗共用一台反洗水泵，水泵的流量按照水反洗计算（因为水反洗用水量），通过阀门或者变频器调节不同的需水量，具体计算按如下公式：

【反洗流量】反洗水泵流量计算按以下公式：

$$Q_3 = \frac{n * f * S}{1000}$$

$Q_3$ : 反洗水泵额定流量 (m<sup>3</sup>/h)

$n$ : 单机台膜数量 (支/台)

$f$ : 每平方米膜每小时水反洗流量(L/m<sup>2</sup>·h) (参考值55-75 L/m<sup>2</sup>·h)

$S$ : 单支膜面积 (m<sup>2</sup>)

【反洗压力】

反洗水泵压力参考进水水泵压力计算公式。扬程参考数值：20m

【反洗水箱】

反洗水箱可以与产水箱共用一个，但是如果单独设置反洗水箱，则水箱有效容积如下公式计算：

$$V = \varepsilon * \frac{n * M' * S * (f * t_1 + f' * t_2)}{3600}$$

$V$ : 反洗水箱有效容积 (m<sup>3</sup>)

$S$ : 单支膜面积 (m<sup>2</sup>)

$n$ : 单机台膜数量 (支/台)

$M'$ : 每次反洗的机台数 (个)，当系统多个几台时，可选择分组反洗，减小产水量波动

$f$ : 每平方米膜每小时水反洗流量(L/m<sup>2</sup>·h) (参考值55-75 L/m<sup>2</sup>·h)

$f'$ : 每平方米膜每小时气水反洗流量(L/m<sup>2</sup>·h) (参考值25-35 L/m<sup>2</sup>·h)

$t_1$ : 水反洗时间 (秒)，参考数值20s

$t_2$ : 气水反洗时间 (秒)，参考数值40s

$\varepsilon$ : 安全系数，取1.5-2.0

【反洗加药泵流量】

加药反洗过程在气水反洗时进行，通常所加药剂为次氯酸钠，有效氯浓度500ppm，市场上次氯酸钠浓度约为6-8%，则加药量计算公式为：

$$Q_4 = \frac{n * M' * S * f' * C_1}{1000 * C_2}$$

$n$ : 单机台膜数量 (支/台)

$S$ : 单支膜面积 (m<sup>2</sup>)

$M'$ : 每次反洗的机台数 (个), 当系统多个机台时, 可选择分组反洗, 减小产水量波动

$f'$ : 每平方米膜每小时气水反洗流量(L/m<sup>2</sup>·h) (参考值25-35 L/m<sup>2</sup>·h)

$C_1$ : 加药反洗时所需药剂浓度 (ppm), 参考值500ppm

$C_2$ : 加药箱内药剂浓度 (%), 常取6%

#### 【反洗加药泵扬程】

加药泵扬程大于反洗泵扬程, 参考数值35m-50m。

#### 【反洗加药箱】

加药箱容积要存储5-7天的药剂用量。材质选用PE 或FRP 材质, 可以选配磁翻板液位计。加药箱容积计算公式如下:

$$V_2 = \frac{Q_4 * U * T * M * Y * \theta}{60 * M'}$$

$V_2$ : 反洗水箱有效容积 (L)

$U$ : 加药次数 (次/天)

$T$ : 加药泵工作时间 (min/次), 参考数值 1-1.5min,

$\theta$ : 保护系数 (1.1-1.3)

$M$ : 系统机台数量 (台)

$M'$ : 每次反洗的机台数 (个), 当系统多个机台时, 可选择分组反洗, 减小产水量波动

$Y$ : 使用天数 (天), 取5-7天

$Q_4$ : 加药泵流量 (L/h)

### 6.6.3 化学清系统

化学清洗系统包括化学清洗泵、化学清洗水箱、清洗水箱搅拌器、加热器、配药箱 (选配)。当大系统中化学清洗水箱较大时, 不方便人工直接箱清洗水箱中投加固体药品, 这时需要设置配药箱和加药泵, 在配药箱内将固体药剂溶解后, 通过计量泵加入化学清洗水箱中。由于清洗时需要用到酸洗、碱洗、和氧化剂清洗, 因此配药箱需要设置3个并配有相应的计量泵。

#### 【化学清洗泵流量】

清洗水泵流量计算按以下公式:

$$Q_5 = \frac{n * M'' * q * S}{1000}$$

$Q_5$ : 清洗水泵流量 (m<sup>3</sup>/h)

n: 单机台膜数量 (支/台)

q: 每平米膜每小时清洗液流量(L/m<sup>2</sup>·h) (参考值40-60 L/m<sup>2</sup>·h)

S: 单支膜面积 (m<sup>2</sup>)

M'': 每次化学清洗的机台数 (个)

【清洗压力】清洗水泵压力参考进水水泵压力计算公式。参考数值20m。

#### 【化学清洗水箱】

清洗水罐材质选用 PE 或 FRP 材质, 配套加热器、温度计、PH计、搅拌器, 清洗水温应为25-35℃。此外, 大型系统中可选配加药装置, 在加药装置中的加药箱内配置药剂, 通过计量泵提升至清洗水箱中。加药装置需要设置3套, 分别用于酸、碱、杀菌剂加药。

清洗水罐容积计算按以下公式:

$$V_3 = (n * V_4 * M'' + V_5) * \theta$$

V<sub>3</sub>: 清洗水罐容积 (m<sup>3</sup>)

n: 单机台膜数量 (支/台)

M'': 每次化学清洗的机台数 (个)

V<sub>4</sub>: 单支膜组件清洗液体积 (m<sup>3</sup>) (按照 0.04m<sup>3</sup> 计算)

V<sub>5</sub>: 清洗管路中清洗液体积(m<sup>3</sup>)

θ: 保护系数 (1.2-1.5)

#### 6.5.4 阀门

超滤系统需要配备的自动控制阀包括: 进水阀、产水阀、上排阀、下排阀、气水反洗阀、水反冲阀、浓水阀、进气阀, 其中如果反洗泵配置变频器, 可以调节水泵流量, 则气水反洗阀可省去。自动阀门可以选择用电磁阀、气动阀、电动阀等, 业主根据实际情况自行选配。

此外超滤需要配备必要的手动调节阀, 如浓水调节阀, 水泵出口调节阀、产水、气体调节阀、反洗调节阀、水箱进出口阀门和其他必要的阀门。阀门尺寸一般与管径相同。

#### 6.5.5 仪器、仪表

仪表名称	设置位置
进水电接点压力表/压力传感器	膜组件进水口主管路
反洗电接点压力表/压力传感器	膜组件产水口主管路
进水压力表	保安过滤器进口

产水流量计	产水主管路
反洗流量计	反洗主管路
浓水流量计	浓水管
气体流量计	进气主管路
原水箱液位计	原水箱
产水/反洗水箱液位计	产水箱/反洗水箱
原水 PH 计（选配）	膜组件进水口主管路
原水浊度仪（选配）	膜组件进水口主管路
原水温度计（选配）	膜组件进水口主管路

### 6.5.6 电控系统

(1) 控制系统采用 DCS 或 PLC 控制，按自动运行方式进行控制设计，控制点范围内的所有被控对象及过程参数在控制系统内进行集中监控。按自动运行方式进行设计，运行人员在集中控制室内通过上位管理机对水系统主设备进行控制、监视、及对异常工况进行报警及处理。

(2) 超滤系统包括手动和自动两种控制方式。超滤系统常规产水过程、在线加强反洗过程均为自动控制，离线化学清洗过程为手动控制。

(3) 超滤系统各过程控制步续如表 4-1 所示，

(4) 控制点要求如下表 6-1 所示

控制点		控制要求
压力	进水压力	进水压力高于设定值，系统停机、报警
	反洗压力	反洗高于设定值，系统停机、报警
液位	原水箱液位	低液位，进水泵停止，液位恢复后方可运行 高液位，原水停止进入原水箱
	产水/反洗水箱液位	低液位，反洗泵停止，液位恢复后方可运行； 高液位，进水泵停止，液位恢复后方可运行；
PH	原水 PH 计 (选配)	自动运行时，PH 不在设定值范围内，系统报警（化学清洗时为手动操作，不受控制）
浊度	原水浊度仪 (选配)	自动运行时，PH 不在设定值范围内，系统报警（化学清洗时为手动操作，不受控制）

温度	原水温度计 (选配)	自动运行时, PH 不在设定值范围内, 系统报警 (化学清洗时为手动操作, 不受控制)
----	---------------	---------------------------------------------

表 6-1 控制点要求一览表

(5) 其他控制要求根据系统实际情况自行设置。

### 6.5.7 系统管路设计

管径计算公式如下

$$D = \frac{100}{3} \sqrt{\frac{Q}{\pi V}}$$

D: 管径 (mm)

Q: 水量 (m<sup>3</sup>/h)

V: 流速, (m/s)

计算系统管径时, 管道流速可参考下表

管径D(mm)	D<250	250<D<1000	D>1000
吸水管流速 (m/s)	1.0-1.2	1.2-1.6	1.5-2.0
出水管流速 (m/s)	1.5-2.0	2.0-2.5	2.0-3.0
气体流速 (m/s)	15-25		

注: 1、上排管路实际选择时要比计算的管径大一级的规格, 防止气水反洗时, 气水混合物无法正常排出;

2、进气管路上要设置止回阀, 防止产水过程中液体进入气管中;

3、膜组件进水管、产水管、浓水管设置长度 100mm 的透明管, 便于观察、检修。

以上数据为美泰克斯膜技术 (江苏) 有限公司建议设计参数, 请参考执行, 如有疑问请与我公司联系!