



TriTech[®] PoraMax[™] 超滤膜产品技术手册



三泰（青岛）膜工业有限公司

TRITECH (QINGDAO) MEMBRANE INDUSTRY CO.LTD

目 录

一、公司介绍.....	1
二、超滤介绍.....	2
2.1 过滤原理.....	2
2.2 与传统过滤工艺的比较.....	2
2.3 超滤与常规过滤的差别.....	2
2.4 Trittech® PoraMax™ 超滤膜技术简介.....	2
2.5 Trittech® PoraMax™ 超滤膜微观结构.....	3
2.6 Trittech® PoraMax™ 超滤膜组件特点.....	4
2.7 应用范围.....	4
三、Trittech® PoraMax™ 超滤（UF）膜组件介绍.....	5
3.1 膜组件命名.....	5
3.2 外形尺寸.....	6
3.3 性能参数.....	7
四、包装与运输.....	11
4.1 包装.....	11
4.2 运输.....	11
五、系统设计.....	12
5.1 工艺流程图.....	12
5.2 超滤系统设计步骤.....	13
5.3 预处理.....	14
5.4 不同水质的推荐运行设计参数.....	15
六、超滤膜组件安装.....	17
七、超滤系统的运行.....	19
7.1 运行前的准备工作.....	19
7.2 启动后的检查工作.....	19
7.3 稳定运行.....	20
7.4 停机.....	20
7.5 运行管理项目.....	20
八、超滤装置的清洗.....	22
8.1 反洗与气洗.....	22
8.2 化学加强反洗(Chemically Enhanced Backwash-CEB).....	22
8.3 化学清洗(Cleaning in Place-CIP).....	23
8.4 控制逻辑.....	24
九、超滤装置的维护与保养.....	26

9.1 完整性测试.....	26
9.2 维护.....	27
十、常见故障分析及排除.....	28
联系方式.....	29
免责声明.....	29

一、公司介绍

三泰（青岛）膜工业有限公司注册成立于 2010 年 3 月，位于中国风景秀丽、气候宜人的滨海城市——青岛胶南市经济技术开发区。公司注册资本金 1500 万美元，总投资规模 3000 万美元，厂区总规划占地面积 73300 余平方米。

公司主营各种分离膜和海水淡化膜产品、海水淡化设备、污水处理设备、水净化设备以及工程项目检测仪器的研发与制造等项目，产品主要致力于各种水处理、海水和苦咸水淡化、纯水生产以及废水处理装置等流动性作业设备及工业规模的大型污水处理、中水回用、淡化、纯化设备等水处理科技方面，包括其它各个相关行业领域范围内的应用。这些设备通过纳米膜材料投入运行后，能够大幅度改善全球沿海及广大内陆缺水地区的水资源匮乏现状，缓解水资源短缺压力，在为工业和城市的发展奠定良好水资源基础的同时达到保护地下水资源和改善水资源环境的目的，是得到政府大力支持和推进的新材料、新能源高新技术产业。

三泰（青岛）膜工业有限公司——高科技纳米复合膜工业基地。

该项目由新加坡三泰集团投资建设，总投资 3000 万美元，注册资本 1500 万美元，占地 110 亩，规划总建筑面积 5 万平方米，主要生产超/微滤中空纤维膜、纳米复合膜及反渗透膜，产品 60% 出口。达产后超/微滤膜年产能超过 400 万平米，反渗透膜年产能 150 万平米，产值约 20 亿元，税收 1 亿元，努力打造中国最大的膜工业生产基地。



二、超滤介绍

超滤（Ultrafiltration，简称 UF）是一种能将液体进行净化和分离的膜分离技术。超滤膜系统是以超滤膜丝为过滤介质，膜两侧的压力差为驱动力的液体分离装置。超滤膜只允许液体中的溶剂（如水分子）、无机盐及小分子有机物透过，而将溶液中的悬浮物、胶体、蛋白质和微生物等大分子物质截留，从而达到净化和分离的目的。

2.1 过滤原理

超滤过程是以膜两侧压差为驱动力，以机械筛分原理为基础的一种溶液分离过程，使用压力通常为 0.03-0.15MPa，筛分孔径从 0.005-0.1 μm ，截留分子量为 1000-500000 道尔顿左右。

2.2 与传统过滤工艺的比较

与传统的过滤工艺相比，超滤具有其独特的分离特性：

- 分离过程不发生相变化，耗能少；
- 分离过程可以在常温下进行，适合一些热敏性物质如果汁、生物制剂及某些药品等的浓缩或者提纯；
- 分离过程仅以低压为推动力，设备及工艺流程简单，易于操作、管理及维修；
- 分离范围广，凡溶质分子量为 1000-500000 道尔顿或者溶质尺寸大小为 0.005-0.1 μm 左右，都可以利用超滤分离技术。此外，采用系列化不同截留分子量的膜，能将不同分子量溶质的混合液中各组分实行分子量分级。

2.3 超滤与常规过滤的差别

- 筛分孔径小，几乎能截留溶液中所有的细菌、病毒及胶体颗粒、蛋白质、大分子有机物；
- 能否有效分离决定于膜孔径及溶质粒子的大小、形状及刚柔性外，还与溶液的化学性质（pH、电性）、成分（是否有其他粒子存在）以及膜致密层表面的结构、电性及化学性质（疏水性、亲水性等）有关；
- 整个过程在动态下进行，无滤饼形成，使膜表面不能透过物质仅为有限的积聚，过滤速率在稳定的状态下可达到一平衡值而不致持续衰减。
- 这种过滤膜对于大分子溶质的分离主要依赖于膜的有空性，即膜对大分子溶质的吸附、排斥、阻塞及筛分效应。

2.4 Trittech[®] PoraMax[™] 超滤膜技术简介

Trittech[®] PoraMax[™] 中空纤维超滤膜技术是由新加坡三泰水研究院以及青岛分院杰出的研发团队独立研制的，使用特殊工艺非溶剂诱导相分离法（TIPS）制备的，该中空纤维超滤

膜具有可靠和先进的性能。采用这种高性能的超滤膜，新加坡三泰水研究院独立研制出高效和可靠地超滤膜组件。

Tritech® PoraMax™ 中空纤维超滤膜产品是饮用水、工业用水和市政排水等各种水处理和净化的首选，也是海水淡化前处理的最佳选择。Tritech® PoraMax™ 中空纤维超滤膜产品适用于各种不同的分离工艺，还可以广泛应用于生物制药、食品与饮料、化工、石油和天然气、电力、冷却水和环保等领域。

Tritech® PoraMax™ 中空纤维超滤膜孔径为 0.08μm，并且孔径分布非常集中，这些特性保证了高质量的出水品质，具体出水指标如下：

表 2-1 三泰超滤膜可达到出水水质指标

项目	指标
固体悬浮物	<1mg/L
浊度	<0.2NTU
细菌去除率	>99.99%
病毒去除率	>99.9%
SDI ₁₅	≤3

2.5 Tritech® PoraMax™ 超滤膜微观结构

Tritech® PoraMax™ 中空纤维超滤膜为多孔性不对称结构，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。这种结构有以下优点：a) 致密的皮层提高了过滤的精度；b) 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截留的几率降低到最小。这些优点使得超滤基本实现了表面过滤，清洗恢复性比微滤有明显的改善，因而其长期通量更稳定。其微观图片如图 2.1 所示。

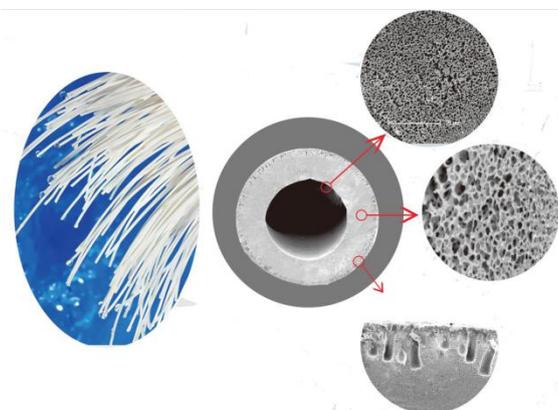


图 2.1 膜丝微观结构

2.6 Trittech® PoraMax™ 超滤膜组件特点

- 1) 性能优异：可以在较低运行压力下获得高通量和水质稳定的产水，表现出优异的分效率；
- 2) 可靠性高：窄的孔径分布保证了产水的高品质，高性能原料和先进的制膜技术保证了超滤膜强的抗氧化能力和耐碱性；
- 3) 机械强度高：采用先进制膜技术制备的超滤膜具有较高的机械强度，可以长期稳定工作而不断丝；
- 4) 使用寿命长：较长的使用寿命可以减少系统维护和更换膜组件的频率，降低运行成本。

2.7 应用范围

Trittech® PoraMax™ 超滤膜组件可以广泛应用于各种废水和水处理工艺，包括以下方面：

- 1) 反渗透和纳滤的前处理
- 2) 净水工艺
- 3) 地表水处理
- 4) 地下水处理
- 5) 市政废水/排水的处理和回用
- 6) 工业废水处理
- 7) 水循环处理和能量回收

三、TriTech® PoraMax™ 超滤（UF）膜组件介绍

三泰（青岛）膜工业有限公司生产的 TriTech® PoraMax™ UF 膜组件具有多种材质和型号，本手册分别予以介绍。

3.1 膜组件命名

TriTech® PoraMax™ UF 膜组件具体的命名由几个部分组成：公司品牌、组件形式、组件外形尺寸和过滤方式，示意如下：

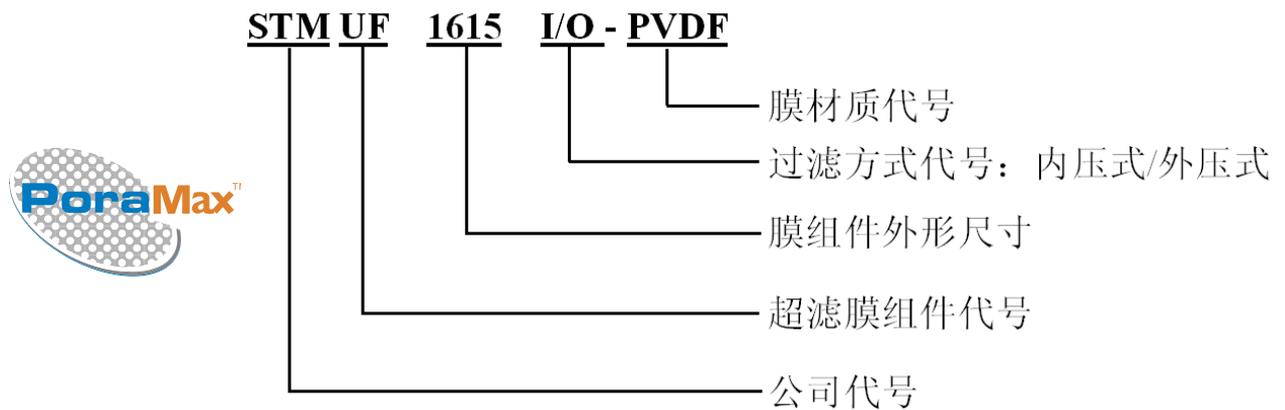


图 3.1 膜组件型号说明

如 **STMUF09090** 表示三泰（青岛）膜工业有限公司生产的长度为 90cm，直径为 9.0cm 的外压式中空纤维超滤膜组件。

3.2 外形尺寸



图 3.2 膜组件的结构尺寸图

表 3-1 膜组件尺寸

膜组件型号			STMUF 0909I/O	STMUF1 615I/O	STMUF2 215I/O	STMUF2 220I/O	STMUF25 15I/O
膜组件 尺寸	长度 a	mm	1000	1500	1500	2000	1500
	直径 b	mm	90	160	225	225	250

3.3 性能参数

a. PVDF 超滤膜组件性能

表 3-2 单个 PVDF 膜组件的性能参数

PVDF 超滤膜组件性能参数表								
过 滤 膜	项目		单位	STMUF0 909I/O	STMUF1 615I/O	STMUF2 215I/O	STMUF2 220I/O	STMUF2 515I/O
	内压式	膜面积		m ²	6	18	38	50
膜丝内/外径		mm	1.0/1.5					
外压式	膜面积		m ²	8	33	51	77	75
	膜丝内/外径		mm	0.6/1.1				
孔径			μm	0.08, 0.1				
设计通量(内压式) ¹			m ³ /d	3-12	8.5-35	18-73	24-96	22-87
设计通量(外压式) ¹			m ³ /d	2-14	8-56	12-86	18-129	17.5-126
材质	膜丝		—	PVDF				
	组件		—	uPVC				
	粘合剂		—	环氧树脂	环氧树脂/聚氨酯			
连接	管道连接		—	DN25	DN40, 进气管径 G3/8			
操作 条件	过滤方式		—	内压错流/外压错流				
	安装方式		—	垂直				
	进水方向		—	底部进水				
	使用温度		—	10-40°C				
	连续运行 pH 范围 ²		—	2-10				
	化学清洗 pH 范围 ³		—	1-12				
	跨膜压差		MPa	≤0.2				
	进水压力		MPa	≤0.3				
	反洗压力		MPa	≤0.2				
	反洗水量		m ³ /d	≤3倍产水通量				
	进气量 ⁴		Nm ³ /h	≤1.6	≤6.6	≤10.2	≤15.4	≤15
气水混合擦洗 进气压力 ⁴		MPa	0.05-0.1					

1 设计通量随进水水质或系统设计不同而改变，具体详情请向本公司咨询联系。2 指在 40°C 以下水温运行时；3 进行化学药品清洗时，pH 值超过上述范围也可使用，具体详情请向本公司咨询联系。4 运行方式为外压式时。

b. PAN 超滤膜组件性能

表 3-3 单个 PAN 膜组件的性能参数

PAN 超滤膜组件性能参数表									
过 滤 膜	项目		单位	STMUF0 909I	STMUF1 615I	STMUF2 215I	STMUF2 220I	STMUF2 515I	
	内压式	膜面积		m ²	6	18	38	50	45
		膜丝内/外径		mm	1.0/1.5				
	孔径		μm	0.01-0.08					
	设计通量(内压式) ¹		m ³ /d	4.5-12	13-37	28-78	36-102	33-92	
材 质	膜丝		—	PAN					
	组件		—	uPVC					
	粘合剂		—	环氧树脂	环氧树脂/聚氨酯				
连 接	管道连接		—	DN25	DN40, 进气管径 G3/8				
操 作 条 件	过滤方式		—	内压全流/错流					
	安装方式		—	垂直					
	进水方向		—	底部进水					
	使用温度		—	10-40℃					
	连续运行 pH 范围 ²		—	2-10					
	化学清洗 pH 范围 ³		—	1-12					
	跨膜压差		MPa	≤0.2					
	进水压力		MPa	≤0.3					
	反洗压力		MPa	≤0.2					
反洗水量		m ³ /d	≤3倍产水通量						

1 设计通量随进水水质或系统设计不同而改变，具体详情请向本公司咨询联系。2 指在 40℃ 以下水温运行时；3 进行化学药品清洗时，pH 值超过上述范围也可使用，具体详情请向本公司咨询联系。

c. PS 超滤膜组件性能

表 3-4 单个 PS 膜组件的性能参数

PS 超滤膜组件性能参数表								
过 滤 膜	项目		单位	STMUF0 909I/O	STMUF1 615I/O	STMUF2 215I/O	STMUF2 220I/O	STMUF2 515I/O
	内压式	膜面积	m ²	7	27	37	50	45
		膜丝内/外径	mm	1.0/1.6				
	外压式	膜面积	m ²	20	60	80	106	100
		膜丝内/外径	mm	0.2/0.4				
	截留分子量		Da	6000 (外压式), 67000 (内压式)				
	设计通量(内压式) ¹		m ³ /d	4.5-12	13-37	28-78	36-102	33-92
	设计通量(外压式) ¹		m ³ /d	7-17	21-50	28-67	38-89	36-84
材质	膜丝	—	PS					
	组件	—	uPVC					
	粘合剂	—	环氧树脂	环氧树脂/聚氨酯				
连接	管道连接	—	DN25	DN40, 进气管径 G3/8				
操作 条件	过滤方式	—	内压错流/外压错流					
	安装方式	—	垂直					
	进水方向	—	底部进水					
	使用温度	—	10-40℃					
	连续运行 pH 范围 ²	—	2-10					
	化学清洗 pH 范围 ³	—	1-12					
	跨膜压差	MPa	≤0.2					
	进水压力	MPa	≤0.3					
	反洗压力	MPa	≤0.2					
	反洗水量	m ³ /d	≤3倍产水通量					
	进气量 ⁴	Nm ³ /h	≤4	≤12	≤16	≤21.2	≤20	
气水混合擦洗 进气压力 ⁴	MPa	0.05-0.1						

1 设计通量随进水水质或系统设计不同而改变，具体详情请向本公司咨询联系。2 指在 40℃ 以下水温运行时；3 进行化学药品清洗时，pH 值超过上述范围也可使用，具体详情请向本公司咨询联系。4 运行方式为外压式时。

d. PVC 超滤膜组件性能

表 3-5 单个 PVC 膜组件的性能参数

PVC 超滤膜组件性能参数表									
过 滤 膜	项目		单位	STMUF0 909I	STMUF1 615I	STMUF2 215I	STMUF2 220I	STMUF2 515I	
	内压式	膜面积		m ²	6	18	38	50	45
		膜丝内/外径		mm	1.0/1.6				
	孔径		μm	0.01-0.08					
	设计通量(内压式) ¹		m ³ /d	4.5-12	13-37	28-78	36-102	33-92	
材 质	膜丝		—	PVC					
	组件		—	uPVC					
	粘合剂		—	环氧树脂	环氧树脂/聚氨酯				
连 接	管道连接		—	DN25	DN40, 进气管径 G3/8				
操 作 条 件	过滤方式		—	内压全流/错流					
	安装方式		—	垂直					
	进水方向		—	底部进水					
	使用温度		—	10-40℃					
	连续运行 pH 范围 ²		—	2-10					
	化学清洗 pH 范围 ³		—	1-12					
	跨膜压差		MPa	≤0.2					
	进水压力		MPa	≤0.3					
	反洗压力		MPa	≤0.2					
反洗水量		m ³ /d	≤3倍产水通量						

1 设计通量随进水水质或系统设计不同而改变，具体详情请向本公司咨询联系。2 指在 40℃ 以下水温运行时；3 进行化学药品清洗时，pH 值超过上述范围也可使用，具体详情请向本公司咨询联系。

四、包装与运输

4.1 包装

每支中空纤维超滤膜组件均采用独立包装。

外包装选用纸板箱，并符合 GB/T9174 的规定。

包装箱为有防震和固定措施的硬质纸板箱，并附有合格证、安装说明书等。

包装箱外部印有：

A：商品商标标识；

B：产品名称、型号、数量；

C：制造厂名称及“小心轻放”“怕雨”标志。

4.2 运输

- 膜组件运输过程中应将其平放在运输载体上；
- 膜组件在运输、装卸过程中，不应受到撞击、抛掷、剧烈颠簸、挤压；
- 应避免雨淋、烈日暴晒和机械损伤；
- 不应超过膜组件的防冻级别，在寒冷地区，请注意不要让膜组件内保护液冻结，结冻将对膜丝造成无法恢复的损伤（膜组件在出厂前请根据防冻级别添加防冻液）。

五、系统设计

5.1 工艺流程图

将膜组件按一定的形式（一般采用并联）进行连接，配备自动控制、水泵、监控仪表等，便组成了超滤系统，如图 5.1 所示。

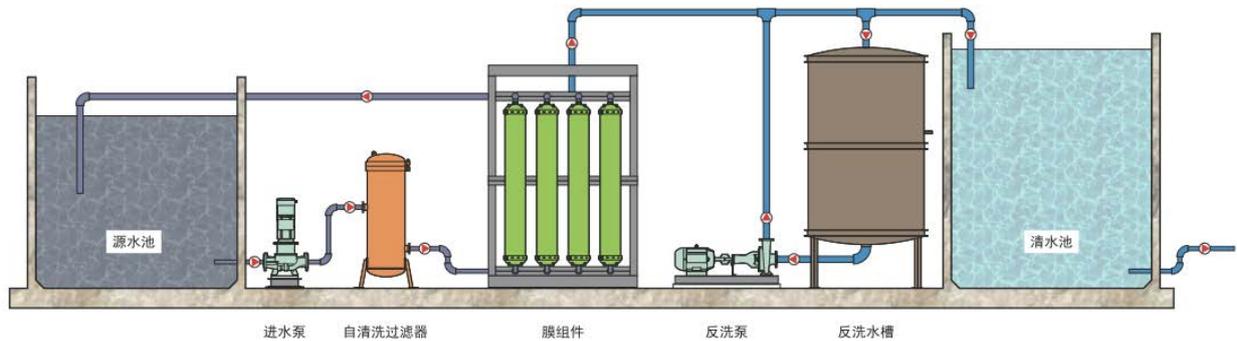
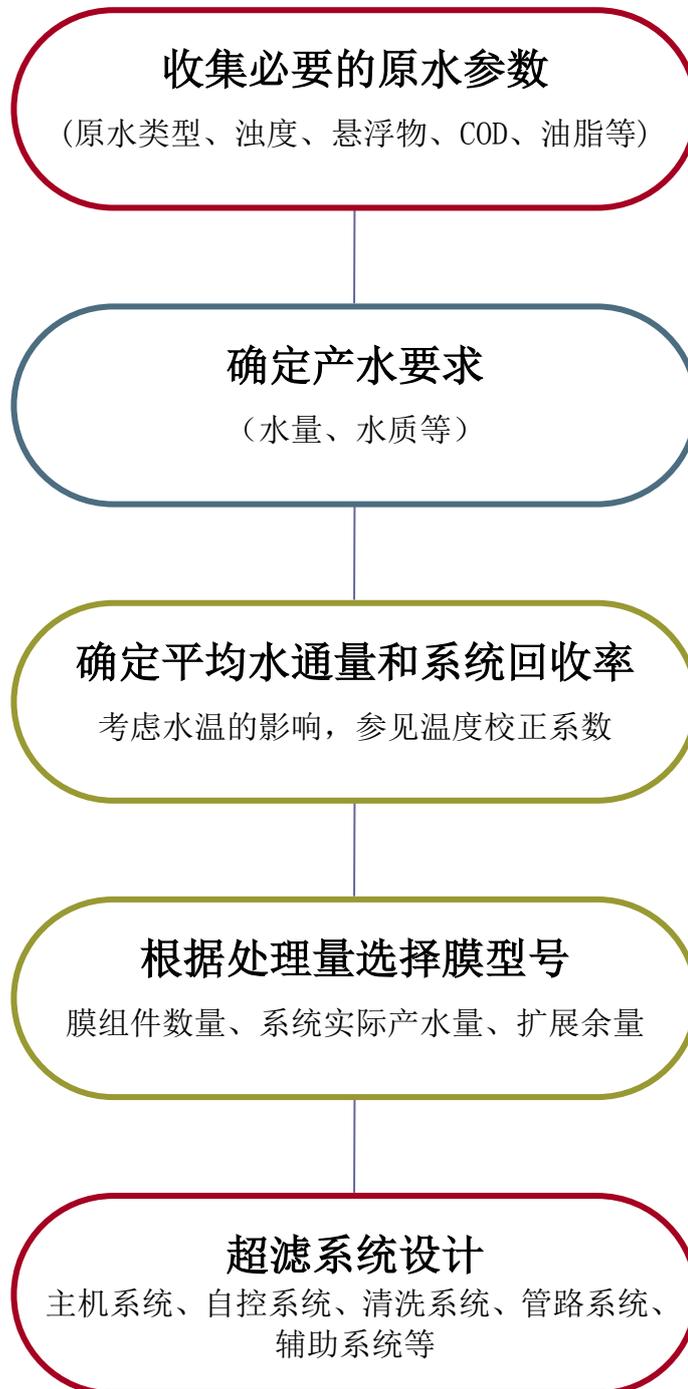


图 5.1 超滤系统设计流程图

5.2 超滤系统设计步骤



温度校正：一般膜通量的设计值是在 25℃ 温度时的值，在实际设计时的水温往往不是 25℃，这时就应考虑温度对膜通量的影响，可以通过除以通量校正系数来进行估算。

图 5.2 为 TriTech® PoraMax™ 超滤膜组件的通量校正系数随温度的变化情况。

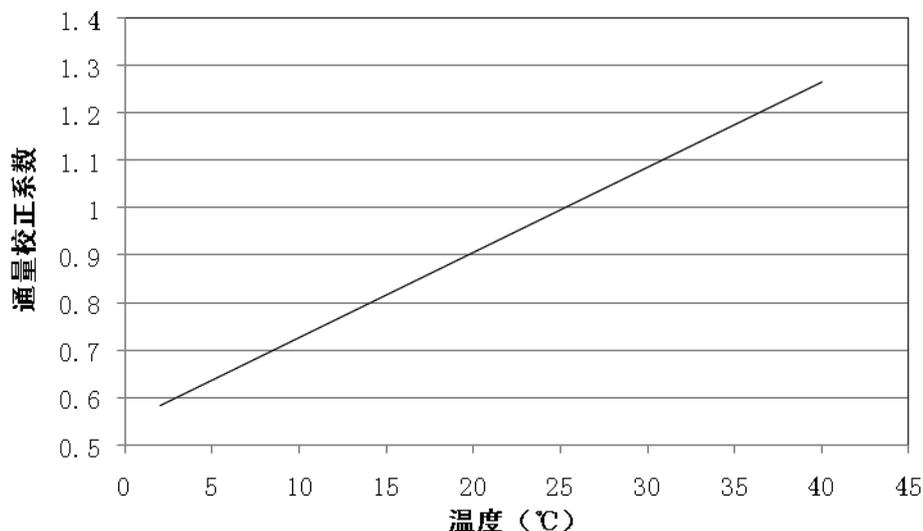


图 5.2 通量校正系数随温度的变化曲线

图中以液体温度为 25℃ 时为基准，设定校正系数为 1，按实际温度从表中读出校正系数，那么此温度下的通量=标准化通量 × 校正系数。

5.3 预处理

为了保障膜系统长期稳定运行，根据原水水质的不同，需要对原水进行相应的预处理，以满足超滤膜的进水条件，延长超滤膜的使用寿命。预处理可以采用絮凝、气浮、多介质过滤等方法。

- 微生物（细菌、藻类）的灭活：微生物对中空纤维膜的危害性是极为严重的，粘附在超滤膜表面时生长繁殖，可能使微孔完全堵塞，甚至使中空纤维内腔完全堵塞。在水处理工程中通常加入 NaClO、ClO₂ 等氧化剂，保持 0.1mg/L 有效余氯即可达到抑菌或杀菌的目的。
- 矿物质油的去除：超滤进水要求原水含油浓度小于 2mg/L。原水含油量高于此值时需要进行处理，保护膜丝的使用寿命不受影响。
- 硬度的去除：对于原水水质硬度较高时应当考虑在预处理中去除一部分硬度。
- 进水温度的调节：适当的水温会提高产水量降低进水压力，如水温过低产水量会下降，温度的调节可通过换热器来实现。
- pH 的调节：膜组件的进水 pH 值范围为 2-10。

5.4 不同水质的推荐运行设计参数

a. PVDF 超滤膜设计参数

表 5-1 PVDF 膜组件的设计参数

原水			透水速率 (LMH, 25℃)	反冲频率 (min)	全流过滤
进水类型	浊度 (NTU)	TOC (mg/L)			
地下水	<2	<1	60-100	30-60	推荐
地表水（自来水）	<3	<2	70-100	30-60	不推荐
地表水（经砂滤）	1~3	<2	50-100	30-60	可选用
地表水	5~15	<5	50-90	30-50	不推荐
地表水	15~50	<10	30-80	20-40	不推荐
海水	<20	-	40-80	20-40	可选用
深度处理废水	0~5	<40	30-70	15-30	不推荐

*本表格提供数据仅供设计参考，需技术支持可咨询本公司。

b. PAN 超滤膜设计参数

表 5-2 PAN 膜组件的设计参数

原水			透水速率 (LMH, 25℃)	反冲频率 (min)	全流过滤
进水类型	浊度 (NTU)	TOC (mg/L)			
地下水	<2	<1	50-90	30-60	推荐
地表水（自来水）	<3	<2	40-90	30-60	不推荐
地表水（经砂滤）	1~3	<2	40-90	30-60	可选用
地表水	5~15	<5	30-80	30-50	不推荐
地表水	15~50	<10	30-70	20-40	不推荐
海水	<20	-	40-60	20-50	可选用
深度处理废水	0~5	<40	30-60	15-30	不推荐

*本表格提供数据仅供设计参考，需技术支持可咨询本公司。

b. PS 超滤膜（内压）设计参数

表 5-3 PS 膜组件的设计参数

原水			透水速率 (LMH, 25℃)	反冲频率 (min)	全流过滤
进水类型	浊度 (NTU)	TOC (mg/L)			
地下水	<2	<1	30~70	60	推荐
地表水（自来水）	<3	<2	25~65	50	不推荐
地表水（经砂滤）	1~3	<2	25~65	50	可选用
地表水	5~15	<5	20~55	40	不推荐
地表水	15~50	<10	17.5~45	30	不推荐
海水	<20	-	20~55	30	可选用
深度处理废水	0~5	<40	15~30	30	不推荐

*本表格提供数据仅供设计参考，需技术支持可咨询本公司。

b. PVC 超滤膜设计参数

表 5-4 PVC 膜组件的设计参数

原水			透水速率 (LMH, 25℃)	反冲频率 (min)	全流过滤
进水类型	浊度 (NTU)	TOC (mg/L)			
地下水	<2	<1	50-90	30-60	推荐
地表水（自来水）	<3	<2	40-90	30-60	不推荐
地表水（经砂滤）	1~3	<2	40-90	30-60	可选用
地表水	5~15	<5	30-80	30-50	不推荐
地表水	15~50	<10	30-70	20-40	不推荐
海水	<20	-	40-60	20-50	可选用
深度处理废水	0~5	<40	30-60	15-30	不推荐

*本表格提供数据仅供设计参考，需技术支持可咨询本公司。

六、超滤膜组件安装

根据不同的过滤方式超滤膜组件可以分为内压式和外压式，其对应的进出水流方向也不同，型号为 STMUF0909I/O 膜组件安装示意图见图 6.1 与 6.2，其他型号的膜组件安装示意图见图 6.3 与 6.4，请根据以下说明进行安装。

安装导则

- 1) 从包装箱取出膜组件，检查是否受到损伤。若您发现问题，请及时与我们联系；
- 2) 在安装之前请放空膜组件内的保护液；
- 3) 安装前必须对整个系统管路用气或者清水进行清洗，确保管道内没有任何能够进入膜组件的杂质（尤其是油污及金属杂质）；
- 4) 膜组件采用立式垂直安装方式，禁止反向安装或横向安装，安装时请参考示意图 6.1、图 6.2、图 6.3 或图 6.4；
- 5) 请按照安装说明书中膜组件的进、出水标识进行正确安装，严禁将进出水口倒置；
- 6) 检查各接口密封圈是否放好，连接处是否旋紧，安装工作应在 2 小时内完成，以防组件内膜丝风干；
- 7) 安装完毕后，应马上注入液体使膜丝保持湿态。

注：膜组件 STMUF0909I/O 的两端对称，四个集水管的直径一样，所以原水入口与浓水出口可互换。其他型号膜组件的三个进出水口的直径是一样的，请根据标签位置判断膜组件的上下安装位置。

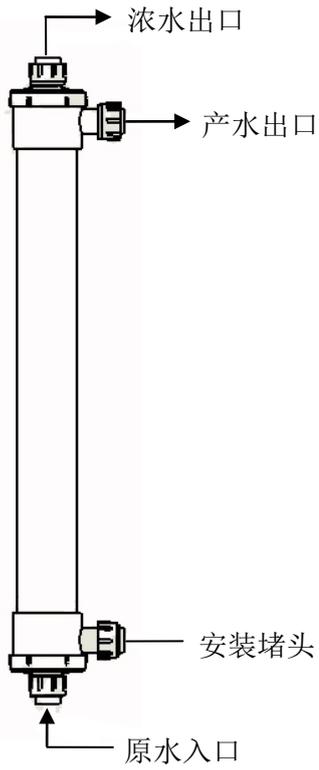


图 6.1 STMUF0909I(内压式)

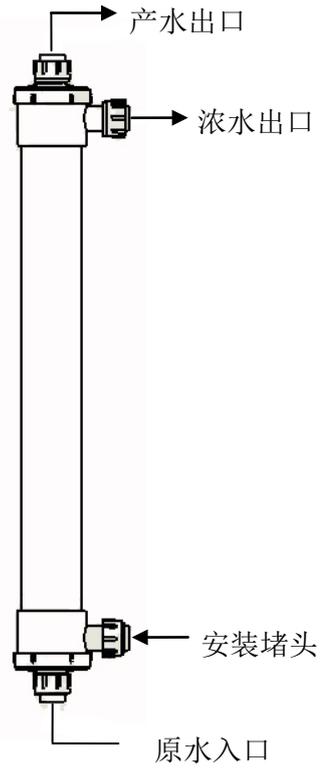


图 6.2 STMUF09090(外压式)

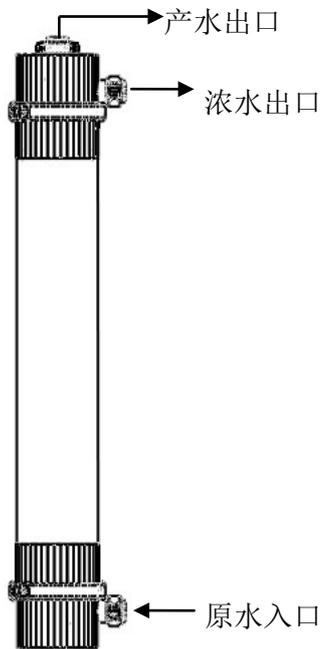


图 6.3 STMUF2515I(内压式)

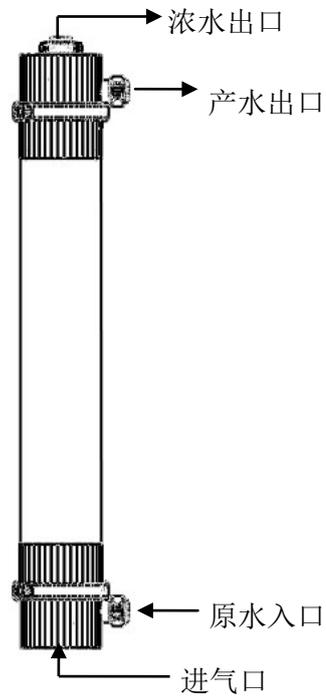


图 6.4 STMUF25150(外压式)

七、超滤系统的运行

膜组件首次投运时，起始产水量应控制在设计水量的 30%-60%左右运行，24 小时后，再增至设计产水量，这样有利于膜通量的长期稳定。过滤在进行通水时，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中空纤维膜丝的破损，请缓慢进水，通过浓水口排除空气。

超滤系统首次运行或长期停运后恢复运行，需要先进行正冲以去除组件内部的保护溶液。

我公司建议的进水水质要求见表 7-1，可以达到的产水水质见表 2-1，以上仅供用户参考。

7-1 进水水质要求

项目	指标
进水余氯浓度	≤10mg/L
进水含油浓度	≤2mg/L
进水浊度	≤50NTU
进水颗粒物粒径	≤300μm

7.1 运行前的准备工作

在正确安装后正式运行前请根据以下说明操作。

- 进水水质的检查

进水水质的检查，重点是检查浊度，当进水水质指标在系统现定值范围内方可将其输入超滤设备，其次是检查水中余氯、pH 值。

- 系统的检查

按工艺路线图，检查设备及连接是否正确，同时还要检查阀门的开启状态是否正确，清洗系统的连接是否正确。对于手动操作的系统要特别注意，**开机时进水阀门不能全开，浓水阀门和产水阀门应全开**，以避免开机时，压力过大，造成对超滤膜的冲击，而损坏设备。在确认设备完好，系统内空气几乎排尽的情况下，让设备进行程序运行。

- 仪表的检查

检验各仪表是否正常，尤其是压力表是否完好。

7.2 启动后的检查工作

当做好开机前的准备工作后，可试启动系统，即打开电源，启动泵后，立即停止，检查泵的叶轮转向是否正确，泵的运转有无异常噪音。当确认正常后，方可正式启动，启动后，

应检查接口、管线有无渗漏。在自控程序运转的第一个周期内，应检验阀门的启闭是否正常，各种仪表是否运转正常。

注：膜组件用于饮用水时，请将膜组件内保护液至少冲洗 1 小时之后再进行引用产水，否则可能对身体造成伤害。

7.3 稳定运行

系统运行时产水的典型周期为 15-45min，在产水周期内不需要采用空气擦洗超滤膜表面，但在反洗或化学清洗周期（外压式）内需采用气擦洗方法，具体介绍见下章。

在运行时，应定时检查仪表是否正常，水泵有无异常噪音，产水水质是否符合要求，尤其要注意压力表和产水流量，当出现异常时，应立即停机检查。一般全自动控制设计时，均考虑到了系统的自我保护，一般出现异常会自动停车并报警。运行过程中应定期对以下项目进行检查：

- 设备监控和记录工作。
- 对设备进行清洗和灭菌、消毒情况。
- 定期对设备进行排气或检查自动排气阀的工作状态。

7.4 停机

首先降低系统压力和跨膜压差（TMP），然后停机。

当系统靠增压泵作为过滤动力源时，若准备停机，先开启浓水阀和超滤水阀门使系统压力和跨膜压差（TMP）降到最低，然后切断电源关闭水泵。停泵后，将系统所有阀门关闭，使超滤膜保持湿润状态。

当系统采用管网本身的水压作为阀门过滤动力时，同样先降压，然后关闭进水阀，再关闭其他阀门，保持膜湿润。

7.5 运行管理项目

为了膜系统的稳定运行，请对以下项目进行日常检查。

- 1) 压力表：定期校准，必要时及时调整；
- 2) 离心泵：定期检查泵的温度，同时检查是否漏水；
- 3) 流量仪表：每三个月校正一次；
- 4) 自动阀门：正常运行检查，同时检查阀体是否有泄漏；
- 5) 超滤系统：按常规检查进出水水质、流量、运行压力、阀门动作是否灵敏及符合操作程序等。

膜组件的运行性能随原水水质和运行条件变化而变化，为了维持稳定的运行，请对以下各项管理项目的数值等进行记录，从而把握膜组件的运行性能的变化和特征。

- 1) 进水温度
- 2) 进水浊度
- 3) 进水压力
- 4) 产水浊度
- 5) 产水流量
- 6) 产水压力
- 7) 浓水流量（有浓水时）
- 8) 浓水端压力（有浓水时）
- 9) 反洗压力
- 10) 反洗流量
- 11) 化学清洗液流量
- 12) 化学清洗液 pH 值
- 13) 化学清洗液温度

八、超滤装置的清洗

8.1 反洗与气洗

由于超滤膜上的微孔很小，在水压的作用下水分子及小分子物质透过超滤膜，水中的悬浮微粒、胶体、微生物等则被截留在超滤膜的表面，从而有效除去各种水中悬浮颗粒、胶体、细菌和大分子有机物等，但是这些截留物质也可能因此在膜的表面集聚，对膜造成污染。为了保持超滤膜的产水性能，尤其是保持纯水通量的相对稳定，延长化学清洗（CIP）的时间间隔，减少平均的能耗量，超滤系统应定期对膜进行短时间的清洗或反洗。

反洗是指在一定压力下，使清水（等于或优于透过液质量的水）由膜组件的产水出口向浓水入口渗透，因为水被从反方向透过中空纤维膜丝，从而松解并冲走了膜外表面在过滤过程中形成的污物。反洗操作由自动控制程序（手动控制可作为辅助）来执行，反洗流量一般是过滤流量的 2 倍（可调整），具体反洗频率与流量可根据运行膜通量与系统回收率确定，一般要求系统每运行 20-60 分钟就要对超滤膜进行 0.5- 4 分钟的反洗。

在反洗的同时进行空气擦洗可以减少膜表面的浓差极化，保持膜的清洁。超滤膜空气擦洗的原理是通过低压鼓风机产生压缩空气，中空纤维由于上升气流的作用而摆动，使中空纤维膜互相摩擦碰撞，从而使中空纤维壁上附着的污染物脱离剥落。此时需保护膜组件中充满液体，从而发挥空气擦洗的作用。一般气洗流量接近反洗流量，具体可根据现场情况进行设计。

注：空气擦洗只是在反洗、化学加强反洗和化学清洗期间进行。

外压式超滤可以采用气擦洗方式减轻超滤膜的污堵；内压式则不能采用气擦洗的方式，必须采用化学清洗来缓解该问题。

8.2 化学加强反洗(Chemically Enhanced Backwash-CEB)

化学加强反洗是在反洗水中加入具有一定浓度和特殊效果的化学药剂，通过循环流动、浸泡等方式，将膜表面在过滤过程中形成的污物清洗下来的方式。

对于水质比较差的原水，虽然定期反洗能较好地维持膜性能的相对稳定，但反洗不能使通量达到 100% 的恢复。随着膜组件工作时间的延长，膜污染会不断加重。膜的透水速率会下降，严重影响膜组件的正常运行，为了恢复膜的通量，此时应在系统运行过程中增加化学加强反洗。建议至少每 24 小时进行一次，每次清洗时间为 5-10 分钟，具体清洗频率请根据原水水质与污染程度确定。

化学加强反洗时应根据原水质中杂质的情况选择酸或碱洗装置之一，或者二者均选用。

超滤进水中可能含有铁、铝等高价金属的胶体或者悬浮物，也可能存在硬度等结垢倾向，

这些杂质可能造成超滤膜的无机物污染。在此情况下，建议进行酸溶液化学加强反洗，所用的酸可根据具体原水水质情况选用盐酸、草酸或柠檬酸等。建议浸泡的化学药剂浓度为 0.5—1% 草酸，0.5—1% 柠檬酸，或者 0.4% HCl 溶液。在无机物特别严重的水源，建议适当增加酸液浓度，延长浸泡时间，浓度建议不超过化学清洗浓度。

原水中的有机物是造成超滤膜污染的重要原因，为防止由有机物及活性生物引起的超滤膜组件的污染，建议进行碱溶液化学加强反洗，所用的碱溶液推荐采用浓度为 0.1 % NaClO +0.05% NaOH 溶液。在有机物污染特别严重的水源，可适当提高 NaClO 浓度，延长浸泡时间，浓度建议不超过 0.2 %。

在进行化学加强反洗设计时请注意以下参数：

表 8-1 清洗参数

序号	项目	指标
1	最高清洗温度	40°C (104°F)
2	碱洗	pH < 12
3	酸洗	pH > 1

8.3 化学清洗(Cleaning in Place-CIP)

化学清洗是用配置好的酸碱清洗液或杀菌剂，从进水侧进入超滤，从浓水侧和产水侧回流至清洗水箱循环进行清洗的方式，以有效的去除超滤的污染物。

当系统运行时跨膜压差 (TMP) 持续明显增加，并且通过上述常规反洗步骤反复多次或化学加强反洗后不能恢复到理想效果时，需要对超滤系统进行化学清洗。一般建议每次化学清洗时间为 60-90 分钟 (污染严重的可适当延长)，具体清洗频率请根据原水水质与污染程度确定。

化学清洗时应根据原水中杂质的情况选择适合的化学药品。一般去除有机结垢使用 0.1% NaOH + 0.1-0.3% NaClO (有效氯计)，去除无机结垢物使用 1-2% 柠檬酸或者 1-2% 草酸或者 0.4% HCl。

提高清洗液温度可增强清洗效果，一般建议酸洗温度为 35-40°C，碱洗温度为 30-35°C；清洗应在超滤膜没有造成严重污染之前进行，这样很容易使膜的通量恢复到初始状态，清洗的间隔应该按压差的上升幅度来计算而不宜按时间来计算，清洗的时间间隔以现场原水的试验为依据。

8.4 控制逻辑

表 8-2 外压式超滤控制逻辑

运行状态	运行步骤		泵阀状态										时间
	序号	运行步序	原水泵	反洗泵	加药泵	进水阀	产水阀	浓水阀	反洗进水阀	进气阀	浓排阀	反洗排水阀	
产水	1	产水	○			○	○	○					20-60min
反洗	2	水、气混合擦洗								○	○		30-60s
	3	水反洗		○					○		○	○	30-90s
	4	正洗	○			○					○		30-60s
化学加强反洗*	5	水、气混合擦洗								○	○		30-60s
	6	水反洗		○					○		○	○	30-60s
	7	进药		○	○				○		○		30-90s
	8	浸泡											2-10min
	9	水反洗		○					○		○	○	30-90s
	10	正洗	○			○					○		30-60s
停机	11												
说明	<p>1、表格中“○”代表状态为“运行”（泵）或“开”（阀门）。</p> <p>2、自动状态下，系统自动进行产水、反洗及化学加强反洗，产水20-60min进行一次反洗，系统连续运行24h进行一次化学加强反洗，自动状态中的所有数据都可根据不同水质进行调整。</p> <p>3、不同的运行状态都可手动进行操作。</p> <p>4、在膜污染严重时需要停机浸泡清洗。</p> <p>*化学加强反洗时应根据原水质中杂质的情况选择清洗药剂种类。</p>												

表 8-3 内压式超滤控制逻辑

运行状态	运行步骤		泵阀状态									时间
	序号	运行步序	原水泵	反洗泵	加药泵	进水阀	产水阀	浓水阀	反洗进水阀	浓排阀	反洗排水阀	
产水	1	产水	○			○	○	○				20-60min
反洗	2	正洗	○			○				○		30-60s
	3	水反洗		○					○	○	○	30-90s
	4	正洗	○			○				○		30-60s
化学加强反洗*	5	正洗	○			○				○		30-60s
	6	水反洗		○					○	○	○	30-90s
	7	进药		○	○				○	○		30-90s
	8	浸泡										2-10min
	9	水反洗		○					○	○	○	30-90s
	10	正洗	○			○				○		30-60s
停机	11											
说明	<p>1、表格中“○”代表状态为“运行”（泵）或“开”（阀门）。</p> <p>2、自动状态下，系统自动进行产水、反洗及化学加强反洗，产水20-60min进行一次反洗，系统连续运行24h进行一次化学加强反洗，自动状态中的所有数据都可根据不同水质进行调整。</p> <p>3、不同的运行状态都可手动进行操作。</p> <p>4、在膜污染严重时需要停机浸泡清洗。</p> <p>*化学加强反洗时应根据原水质中杂质的情况选择清洗药剂种类。</p>											

九、超滤装置的维护与保养

9.1 完整性测试

系统运行前和产水水质降低时，均应该对膜组件进行完整性检测（MIT）或压力衰减测试（PDT）。

a) 气泡观察法

将膜组件中充满测试所用的液体，使膜完全浸润，膜丝所有的孔中都充满了液体。在膜组件的进水侧缓慢通入无油压缩空气，且逐渐提高进气压力，同时通过观察产水侧是否有气泡连续溢出（产水阀门处于打开状态）。

当产水侧观察有气泡溢出时，记下进水侧通入空气的压力值，此即为该膜组件的泡点压力。通常通入空气的压力从 0bar 开始，逐渐增大到 2.5bar。如果测得的泡点压力小于 2.5bar，表明膜丝或者组件存在泄漏点。

b) 压力衰减法

将膜组件中充满测试所用的液体，使膜完全浸润，膜丝所有的孔中都充满了液体。在膜组件的进水侧缓慢通入无油压缩空气（产水阀门处于打开状态），逐渐提高进气压力至设定值。保持压力测试的设定值为 2.0bar。

最初时，进气侧的水会受压穿过膜壁进入产水侧，因此会有一些液体排出（大约会持续 2 分钟）。等待压力稳定在设定值时，将进气关闭（产水侧阀门处于打开状态），并密封进气侧保持测试压力，静止保压 10min。

此时组件的进水侧充满带压的空气，并与外界隔绝；产水侧充满水，且与大气相通。若保持压力测试 10min 后进气侧压力降不大于 0.2bar，则表明膜元件完整，没有缺陷。如压力降大于 0.2bar，这表明膜元件有断丝或泄漏等。

压力保持测试即可以针对单个组件进行，也可以针对整套装置或者分组进行，是一种在现场简便易行的方法。

补漏方法：找出测试时标记的泄漏膜丝，在其端头做好记号，然后采用同样的方法找出此膜丝的另一端头。将膜丝的两端头进行简单的干燥处理后，用环氧胶堵住膜孔的两端，使其与系统完全隔离。

膜完整性测试频率：对于饮用水应用，超滤膜完整性测试频率应符合当地相关规定；对于工业应用，如果产水质量开始变差，可通过超滤膜完整性测试排除故障。

9.2 维护

9.2.1 未开封膜组件的保存方法

- ◆ 灌保护液后封口，堆放在地面平整，清洁，周围环境无腐蚀与污染物，且远离冷、热源的室内，贮存温度控制在 5 - 40℃。
- ◆ 保护液配方为 1% 的亚硫酸钠水溶液，每月应测试一次保护液的 pH，如果 $\text{pH} \leq 3$ 时应当及时更换保护液。

9.2.2 设备上膜组件的停运保养

- ◆ 设备上的膜组件如短期停运（不超过 7 天），可每天保护性运行约 30-60min（时间以一个过滤，顺冲，反洗，顺冲周期为准），以防止细菌污染。
- ◆ 设备上的膜组件如长期停运（7 天以上），应先对设备进行彻底的清洗和消毒，然后将膜保护剂和抑菌剂注入设备中，封闭好设备所有接口以保持膜的湿润，防止设备内滋生细菌和藻类。保护剂为 1% 的亚硫酸钠水溶液，关闭所有的超滤装置的所有阀门。每月检查一次保护液的 pH，如 $\text{pH} \leq 3$ 时应当及时更换保护液。

十、常见故障分析及排除

表 10-1 超滤系统常见故障分析及排除

现象	可能存在问题	修正措施
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
	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	提高进水水温
产水水质较差	进水水质超过允许范围	提高预处理效果
	膜组件发生破损	进行修补或更换膜组件
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
	阀门开度设置不正确	检查阀门的开启状态并调整开度
	流量计出现问题	检查并校对流量计
	供水压力太低	提高压力，调整参数
	进水水温过低	提高进水温度
自动状态下系统不能运行	供水泵不启动	查找接线是否错误，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
	进水背压高	产水压力阀门未开启，后续系统未启动，压力开关设置问题
	PLC 程序有误	检查程序
产水浊度高	有空气进入浊度仪	自管路排出空气，分析空气是如何进入仪表，消除气源
	膜发生破损泄漏	进行完整性测试，如发生泄漏进行修补
进口压力高	超滤进水泵故障	检查超滤进水泵
	阀门故障	检查进口阀门操作
完整性测试失败	膜泄漏	修补泄漏膜丝
	O 型圈损坏	更换 O 型圈
清洗箱液位高	进口阀门故障	修补好故障阀门
	液位指示器故障	检测液位指示器操作

联系方式

三泰水科技有限公司（新加坡总部）：

地址：新加坡加基武吉坊 2 号三泰办公楼

邮编：416480

电话：+65 - 68482567

传真：+65 - 68482568

邮箱：genenal@tritech.com.sg

三泰（青岛）膜工业有限公司（中国）：

地址：青岛市黄岛区（胶南）民丰路 188 号

邮编：266400

电话：+86 - 0532 - 83126888

传真：+86 - 0532 - 82176668

免责声明

- ❖ 本操作手册是根据我司根据产品的适用性及多个项目使用情况所制定的，仅供参考。
- ❖ 本操作手册所记载的用途、使用条件等仅限于标准的示范例。TriTech® PoraMax™ 中空纤维超滤膜组件的适用性受原水水质、使用条件以及使用状况的影响而发生变化。因此，请在使用前充分确认使用目的所对应的膜组件适用性。
- ❖ 由于无法控制用户的使用方法和使用条件，我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适用性的保证。另外，由于技术改进及产品的更新换代，所有资料都可以随时改变，不须事先声明。
- ❖ 本手册的修改权属于三泰（青岛）膜工业有限公司。