



ULTRA CLEAN

反渗透和纳滤膜元件 产品技术手册

鼎澈膜科技有限公司
UltraClean Membrane Co., Ltd.



ABOUT US
关于我们



专注于过滤和分离膜 产品及应用技术服务

Engineered To Satisfy Your Needs For Filtration & Separation

UltraClean（鼎澈）是中外合资公司，致力于工业级反渗透膜、纳滤膜、特种膜的研发、制造和销售。

公司拥有一支来自美国、日本和中国的数十年从事膜材料、工艺、制造、设备、应用和产品开发的资深专家，以及一批具有相同理念、充满激情和富有创新精神的工程师组成的团队。核心团队成員具有宽阔的国际背景与视野、丰富的膜行业经验、多种专业互补、理念先进和创新创业激情。

公司拥有自主知识产权、国际先进的制膜工艺和卷膜技术及设备，奠定了膜产品的高性能及其稳定性。制膜生产线工艺组合灵活，为开发不同水源、水质需求的定制化、差异化产品，缩短开发周期，不断迭代升级产品提供了平台。为市场提供成熟卓越的膜产品同时，不断开发新产品以适应不同应用环境和处理要求。

公司秉持与用户共赢的价值主张，为用户提供增值服务。我们的应用工程师为用户提供膜处理技术经济方案分析与设计选型等服务。

UltraClean（鼎澈）携手共行环保之路、共创健康生活，为实现全球生态环保的可持续发展做出贡献，成为具有重要影响力的反渗透膜和纳滤膜一流供应商，与时俱进、引领未来趋势。

目录CONTENTS

01 应用领域

1-1 海水淡化应用推荐使用型号	02
1-2 污水处理应用推荐使用型号	02
1-3 化工与石化行业应用推荐使用型号	02
1-4 食品与饮料行业应用推荐使用型号	03
1-5 市政水处理应用推荐使用型号	03
1-6 热电厂水处理应用推荐使用型号	03

02 产品总览

2-1 反渗透膜元件	04
2-2 纳滤膜元件	04
2-3 特种膜元件	04
2-4 反渗透膜元件UC BW和UC SW系列	05
2-5 纳滤膜元件UC NF系列	07
2-6 特种膜元件UC SF系列	08

03 反渗透膜产品

3-1 SW系列-海水淡化专用反渗透膜元件	09
3-2 BW系列-苦咸水淡化反渗透膜元件	10
3-3 FR系列-抗污染型苦咸水淡化反渗透膜元件	11
3-4 XFR系列-超抗污染型苦咸水淡化反渗透膜元件	12
3-5 LE系列-低能耗苦咸水淡化反渗透膜元件	13
3-6 XLE系列-超低能耗苦咸水淡化反渗透膜元件	14
3-7 FRLE系列-抗污染低能耗型苦咸水淡化反渗透膜元件	15
3-8 HRFR系列-高脱盐抗污染苦咸水淡化反渗透膜元件	16

04 纳滤膜产品

4-1 NF90系列-纳滤膜元件	18
4-2 NF150系列-纳滤膜元件	19
4-3 NF280系列-纳滤膜元件	20
4-4 NF500系列-纳滤膜元件	21

05 特种膜产品

5-1 SF-AR系列耐酸特种膜元件	23
5-2 SF-HT系列耐高温特种膜元件	23

06 膜基础知识

6-1 膜过滤和分离过程	25
6-2 膜过滤和分离原理	25
6-3 影响反渗透和纳滤膜性能的因素	26

07 进水预处理

7-1 定义	30
7-2 水质分析	30
7-3 进水指标	32
7-4 常用预处理方法	34
7-5 常用水源预处理系统	37
7-6 难溶盐预防结垢	38

08 系统设计

8-1 膜元件设计导则	42
8-2 膜系统设计步骤	43

09 安装与运行维护

9-1 膜元件的安装与拆卸	46
9-2 系统首次启动	47
9-3 系统停机及注意事项	48
9-4 系统日常维护	48

10 膜系统化学清洗

10-1 化学清洗条件	51
10-2 化学清洗步骤	51
10-3 膜系统污染后的症状及清洗剂的选择	52

11 系统故障判断和排出

11-1 系统初始运行（调试）的故障排除	55
11-2 系统正常运行后故障排除	56

12 膜元件质量保证

12-1 膜元件三年质量保证书	59
12-2 膜元件返修退换程序	60
12-3 包装与运输	60
附表：鼎澈膜温度校正系数	61

»» 01 APPLICATIONS 应用领域

鼎澈膜·筑绿色未来
A THIN FILM BUILDING GREENER TOMORROW



海水淡化



污水处理



化工与石化过程



食品与饮料加工



热电厂锅炉给水



市政水处理



生物制药

作为领先的反渗透、纳滤膜制造商，UltraClean极大优化了水处理和物料分离领域技术，为用户提供高性能且稳定的膜产品同时，提供更广泛的膜产品选择和最优化的产品配置。UltraClean的膜元件产品在众多领域中起着至关重要的作用，这些领域包括：半导体和电子行业纯水与超纯水制备、海水与苦咸水淡化、污水处理、化工与石化过程、食品与饮料加工、生物制药、市政工程、热电厂给水和中水回用等领域。

UltraClean作为具有竞争力的膜制造商，能够满足以上所有市场，同时提供水处理和物料分离应用技术支持。我们的技术团队合力研发适用于各种处理要求和应用场景的过滤和特种分离的膜产品，致力于生产最高品质的膜产品。我们的膜应用工程师们通过数十年在各行业和领域内积累的丰富的膜应用经验和专业知识，根据水源、水质要求和系统运行期望，帮助用户优化膜处理方案和设计选型，为用户提供增值服务，促进用户端高效能水处理和物料分离系统的形成，为用户创造价值。



1-1 海水淡化 | 应用推荐使用型号

UltraClean海水淡化系列反渗透膜元件，脱盐率高，适用于总含盐量超过10000ppm的高浓度苦咸水和海水淡化以及高含盐量脱盐。在脱盐率、产水量、抗压密性、抗污染性能和膜性能稳定性等方面性能优越。

- | | |
|--------------------|-------------------|
| UC SW-8040-400HR | UC SW-8040-400XHR |
| UC SW-8040-400HRLE | UC SW-8040-400XLE |

1-2 污水处理 | 应用推荐使用型号

UltraClean反渗透FR和XFR系列膜元件，在污水处理中，发挥出独有的抗污染性能。针对成分复杂、污染指数高的排放污水，可有效去除污染成份，并高效去除水中COD。

UltraClean纳滤膜产品具有更为精细的选择性分离性能，可大幅提高污水中有效成份特别是重金属成份的回收效率，深度处理二级污水，实现对废水的资源化利用。

- | | |
|----------------------|-----------------------|
| UC BW-8040-400FR | UC BW-8040-400FRLE |
| UC BW-8040-400XFR | UC BW-8040-400FR/34 |
| UC BW-8040-400XFR/34 | UC BW-8040-400FRLE/34 |
| UC BW-4040-78FR | UC BW-4040-78XFR |
| UC NF-90-82 | UC NF-90-400 |

1-3 化工与石化行业 | 应用推荐使用型号

UltraClean FR反渗透膜具有耐高压、抗污染、运行成本低等特点，有效进行分离、浓缩、纯化等化工工艺及水处理。UltraClean生产具有34mil的高宽进水流道反渗透膜元件，使其不仅具有较强抗污染性，更具有化学清洗后的有效恢复性。为应对工业废水近零排放的挑战提供最佳解决方案。

将冷却水中的含盐量、PH值、有机物浓度、悬浮物含量控制在一个合理的允许范围。对浓水排放进行具体处理回用，这样既提高水的重复利用率，节约水资源，又能极大地改善循环冷却水的整体状况。

化工产品生产过程中产生的废水表现为：排放量大、毒性大、有机物浓度高、含盐量高、色度高、难降解化合物含量高、治理难度大，但同时废水中也含有许多可利用的资源，而膜技术作为高新技术在化工领域的生产加工、节能降耗和清洁生产等方面发挥着重要作用。

- | | |
|----------------------|---------------------|
| UC BW-8040-400 | UC BW-8040-400XFR |
| UC BW-8040-400FR | UC BW-8040-400FR/34 |
| UC BW-8040-400XFR/34 | UC BW-4040-78 |
| UC BW-4040-78FR | UC BW-4040-78XFR |



1-4 食品与饮料行业 | 应用推荐使用型号

食品及所有饮料行业实施食品卫生安全许可认证制度，规定所用工艺水及成品水均需要用净化后的水，通常是纯水。纳滤膜的使用在提高食品与饮料生产质量的同时，满足行业法规标准。

UltraClean纳滤膜用于饮料加工具有产水量大，脱盐率高；对有机物，胶体、微粒、细菌、病毒、热源等有很高的截留去除作用，能耗小，水利用率高，运行费用低以及体积小，操作简单、容易维护，适应性强，使用寿命长等特点。UltraClean特种宽流道纳滤膜元件，具有80mil的宽流道瓦楞型进水格网，提高抗污染能力，降低压降，提高清洗效率。

UC NF-150-82	UC NF-280-400
UC NF-280-82	UC NF-500-400
UC NF-150-400/34	UC NF-500-16/80



1-5 市政水处理 | 应用推荐使用型号

UltraClean以其行业领先的膜过滤技术，为满足市政水系统净化的需求继续创新。经济效益高的反渗透膜元件有效地截除地表水中的悬浮固体、细菌和病毒，使其成为安全可靠的水源。UltraClean市政水处理膜元件将不断完善使用地表和地下水作为水源的社区供水系统，为居民提供纯净好水。

UC BW-8040-400FR	UC BW-8040-400LE
UC BW-8040-440LE	UC BW-8040-400XLE
UC BW-8040-440XLE	UC BW-8040-400FRLE
UC BW-8040-400FR/34	UC BW-8040-400FRLE/34
UC BW-4040-78LE	UC BW-4040-78XLE
UC BW-4040-78FR	UC NF-90-82
UC NF-90-400	



1-6 热电厂水处理 | 应用推荐使用型号

UltraClean HR系列高脱盐反渗透膜元件，对盐具有强大去除力，超低TOC溶出率，成为热电厂锅炉给水的最佳选择。

热电行业是反渗透膜技术应用最早的行业之一，至今仍与海水淡化并列应用规模最大的两个行业。特别近年来，在电力行业锅炉补给水预脱盐、循环水再利用、污水回用与近零排放等方面的应用越来越普及。海水、苦咸水、城市中水和地表水越来越成为热电厂的首选水源，这对反渗透膜提出更高要求。

UltraClean XFR系列膜元件，可有效控制微生物的生长，进而简化反渗透系统进水预处理方式，应用于热电厂末端废水处理和中水回用等高难度水处理领域。

UC BW-8040-400	UC BW-8040-400FR
UC BW-8040-400XFR	UC BW-8040-400FR/34
UC BW-8040-400XFR/34	UC BW-4040-78
UC BW-4040-78HR	UC BW-4040-400HR
UC BW-4040-78FR	UC BW-4040-78XFR



2-1 反渗透膜元件

UltraClean在美国先进的膜配方和生产技术上，针对不同膜应用实际，通过自主研发改进以及差异化膜产品设计，生产具有性能稳定、低压运行、高产水量、高抗污染性的卷式反渗透膜。UltraClean反渗透膜系列产品，运用自主知识产权的高性能复合膜制备技术，有效地提高了反渗透膜抗污染性能，能处理各种不同的进水水质，并达到产水水质要求。

UltraClean反渗透膜元件有8寸和4寸两种规格，应用于海水淡化、热电厂给水、纯水和超纯水制备、污水处理、化工与石化工艺过程、食品与饮料加工、市政工程等领域。

2-2 纳滤膜元件

UltraClean纳滤膜有90、150、280、500四种截留分子量的产品，可以满足不同选择性分离的处理需求。可在相对低的操作压力下对某些盐类或有机物的选择性分离，为纯净水及精细化工产业提供优质产品。

UltraClean纳滤膜元件有8英寸和4英寸两种规格，产品应用于食品饮料的浓缩与提纯、市政工程的废水近零排放处理和石油、化工、生物制药的分离、精制和浓缩等领域。

2-3 特种膜元件

UltraClean专为高端工业用户量身定做适合不同生产处理需要的膜元件产品，可以适用更广泛的工艺应用点，根据不同的处理液化学特性、温度和压力操作条件以及水处理和物料分离要求，为用户灵活定制适用性和功能性强的特种膜。

UltraClean引进美国领先分离薄膜制备技术，结合自主研发，生产出具有致密且光滑、耐化学性、耐高温表层的特种膜元件。

2-4 反渗透膜元件UC BW和UC SW系列

UC BW-8040-400 FR/34

品牌名称	膜系列	膜元件直径	膜元件长度	有效膜面积	膜特性	流道网
UltraClean	BW : 苦咸水	80: 8.0英寸	40: 40英寸	440: 440 ft ²	HR: 高脱盐;	28: 28mil
缩写	SW : 海水	40: 4.0英寸		400: 400ft ² 365: 365ft ² 78: 78ft ²	HRLE: 高脱盐低能耗 XHR: 超高脱盐 FR: 抗污染 XFR: 超抗污染 LE: 低能耗 XLE: 超低能耗 FRLE: 抗污染低能耗 HRFR: 高脱盐抗污染	34: 34mil

海水淡化反渗透膜元件性能一览表

膜元件类型	膜型号	有效膜面积 ft(m ²)	平均产水量 gpd(m ³ /d)	最低脱盐率 (%)	稳定脱盐率 (%)	测试条件		
						测试压力 psi(MPa)	测试液浓度 NaCl(ppm)	回收率(%)
高脱盐率	UC SW-8040-400HR	400(37)	6,000(23)	99.70	99.80	800(5.5)	32,000	8
	UC SW-8040-440HR	440(41)	6,600(25)	99.70	99.80			
高脱盐 低能耗	UC SW-8040-400HRLE	400(37)	7,500(28)	99.70	99.80			
	UC SW-8040-440HRLE	440(41)	82,00(31)	99.70	99.80			
高脱盐低 能耗抗污染	UC SW-8040-365HRLE/34	365(34)	6,700(25)	99.70	99.80			
超高脱盐率	UC SW-8040-400XHR	400(37)	6,000(23)	99.70	99.82			
	UC SW-8040-440XHR	440(41)	6,600(25)	99.70	99.82			

苦咸水反渗透膜元件性能一览表

膜元件类型	膜型号	有效膜面积 ft(m ²)	平均产水量 gpd(m ³ /d)	最低脱盐率 (%)	稳定脱盐率 (%)	测试条件		
						测试压力 psi(MPa)	测试液浓度 NaCl(ppm)	回收率(%)
普通苦咸水	UC BW-8040-400	400(37)	10,500(40)	99.0	99.5	225(1.55)	2,000	15
	UC BW-4040-78	78(7.2)	2,050(7.8)	99.0	99.5			
抗污染	UC BW-8040-400FR	400(37)	10,500(40)	99.0	99.5			
	UC BW-8040-400FR/34	400(37)	10,500(40)	99.0	99.5			
超抗污染	UC BW-4040-78FR	78 (7.2)	2,050 (7.8)	99.0	99.5			
	UC BW-8040-400XFR	400 (37)	10,500 (40)	99.4	99.6			
超低能耗	UC BW-8040-400XFR/34	400(37)	10,500(40)	99.4	99.6			
	UC BW-4040-78XFR	78(7.2)	2,050 (7.8)	99.4	99.6			
低能耗	UC BW-8040-400LE	400 (37)	11,500(44)	99.0	99.3	150(1.03)	500	2,000
	UC BW-8040-440LE	440 (41)	12,650 (48)	99.0	99.3			
	UC BW-4040-78LE	78(7.2)	2,250 (8.7)	99.0	99.3			
超低能耗	UC BW-8040-400XLE	400 (37)	11,500 (44)	98.0	99.0	100(0.69)	500	2,000
	UC BW-8040-440XLE	440 (41)	12,650 (48)	98.0	99.0			
	UC BW-4040-78XLE	78(7.2)	2,250(8.7)	98.0	99.0			
抗污染 低能耗	UC BW-8040-400FRLE	400 (37)	11,500(44)	99.0	99.3	150(1.03)	2,000	2,000
	UC BW-8040-400FRLE/34	400(37)	11,500 (44)	99.0	99.3			
高脱盐 抗污染	UC BW-8040-400HRFR	400(37)	11,500 (44)	99.4	99.7	225(1.55)	2,000	2,000
	UC BW-8040-78HRFR	78(7.2)	2,250(8.7)	99.4	99.7			

2-5 纳滤膜元件UC NF系列

UC NF - 90 - 400/34

品牌名称	膜系列	有效截留分子量	有效膜面积	流道宽度
UltraClean 缩写	纳滤	90 150 280 500	400 : 400ft ² 82 : 82 ft ²	28 : 28mil 34 : 34mil

纳滤膜元件性能一览表

膜元件类型	膜型号	有效膜面积 ft(m ²)	平均产水量 gpd(m ³ /d)	稳定脱盐率 (%)	测试条件		
					测试压力psi(MPa)	测试液浓度(ppm)	回收率(%)
90系列	UC NF-90-400	400(37)	7,500 (28.4)	85-95%	70(0.48)	2,000ppm NaCl	15
			9,500 (36.0)	≥99%		2,000ppm MgSO ₄	
	UC NF-90-82	82(7.6)	1,400(5.3)	85-95%		2,000ppm NaCl	
			1,850(7.0)	≥99%		2,000ppm MgSO ₄	
150系列	UC NF-150-400/34	400(37)	8,250(31.2)	50-70%		2,000ppm NaCl	
			9,780(36.8)	≥99%		2,000ppm MgSO ₄	
	UC NF-150-82	82(7.6)	1,610(6.1)	50-70%		2,000ppm NaCl	
			1,910(7.2)	≥99%		2,000ppm MgSO ₄	
280系列	UC NF-280-400	400(37)	14,700(55.6)	40-60%	500 ppm CaCl ₂		
			12,500(47.3)	≥97%	2,000ppm MgSO ₄		
	UC NF-280-82	82(7.6)	2,925(11.1)	40-60%	500 ppm CaCl ₂		
			2,500(9.4)	≥97%	2,000ppm MgSO ₄		
500系列	UC NF-500-400	400(37)	13,200(50.0)	≥90%	2,000ppm MgSO ₄		
	UC NF-500-82	82(7.6)	2,700(10.2)	≥90%	2,000ppm MgSO ₄		



2-6 特种膜元件UC SF系列

UC SF-AR-400/34

品牌名称	膜系列	应用环境	有效膜面积	流道宽度
UltraClean 缩写	特种膜	AR : 耐酸溶液 HT : 耐高温	400: 400 ft ² 78: 78 ft ²	28: 28mil 34: 34mil 80: 80mil

特种膜介绍

UC SF-AR系列卷式耐酸特种膜元件，采用高品质特种复合膜制备工艺，主要用于酸性溶液，能大大减少工业废水排放，有效提高整体膜系统运行经济性，提高水电资源利用率，降低环保处理成本。该类膜元件具有极强的化学稳定性及热稳定性。

UC SF-HT耐高温特种膜元件可有效避免因使用化学消毒法而造成的污染。UC SF-HT系列特种膜元件可短时间耐受最高温度为90°C (194°F)。适合于低错流环境、无悬浮固体、工作温度最高为60°C (141°F)的物料分离系统。





»» 03 反渗透膜产品

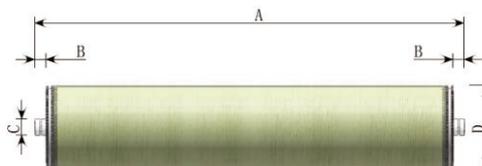
3-1 SW系列-海水淡化反渗透膜元件

产品简介

UltraClean SW系列海水淡化专用反渗透膜元件是一种高端反渗透膜元件，支撑层底膜的抗压密性高，皮层厚且致密，膜面无缺陷；抗磨损、抗化学降解；膜元件制造过程中也无需进行后处理。其耐 pH 范围宽，清洗效率高，能用普通酸碱进行强力高效的清洗，因清洗更彻底从而使膜系统长期运行压力更低，在使用寿命期内具有更高的性能，可大幅度减低运行费用，能为海水淡化系统带来长期的最佳经济性。

产品优势

- 高脱盐率
- 具有抗压密性、抗污染性和高清洗效率
- 提高海水淡化系统整体经济性



产品尺寸

膜型号	尺寸A inch (mm)	尺寸B inch (mm)	尺寸C inch (mm)	尺寸D inch (mm)
UC SW-8040-400HR	40(1,016)	/	1.125(29)	7.9(201)
UC SW-8040-440HR	40(1,016)	/	1.125(29)	7.9(201)
UC SW-8040-400HRLE	40(1,016)	/	1.125(29)	7.9(201)
UC SW-8040-440HRLE	40(1,016)	/	1.125(29)	7.9(201)
UC SW-8040-365HRLE/34	40(1,016)	/	1.125(29)	7.9(201)
UC SW-8040-400XHR	40(1,016)	/	1.125(29)	7.9(201)
UC SW-8040-440XHR	40(1,016)	/	1.125(29)	7.9(201)

产品参数

膜型号	有效膜面积ft ² (m ²)	稳定脱硼率%	稳定脱盐率%	最低脱盐率%	产水量gpd(m ³ /d)
UC SW-8040-400HR	400(37)	90	99.80	99.70	6,000(23)
UC SW-8040-440HR	440(41)	90	99.80	99.70	6,600(25)
UC SW-8040-400HRLE	400(37)	90	99.80	99.70	7,500(28)
UC SW-8040-440HRLE	440(41)	90	99.80	99.70	82,00(31)
UC SW-8040-365HRLE/34	365(34)	90	99.80	99.70	6,700(25)
UC SW-8040-400XHR	400(37)	90	99.82	99.70	6,000(23)
UC SW-8040-440XHR	440(41)	90	99.82	99.70	6,600(25)

测试条件：进水压力5.5 MPa(800 psi)；进水温度25°C(77 °F)；进水水质32,000 ppm NaCl；进水pH值8；回收率8%。

操作条件

- | | | | |
|-------------|------------------|--------------------------------|----------|
| • 最高工作压力 | 83 bar (1200psi) | • 化学清洗pH值范围 | 1-13 |
| • 最高工作温度 | 45°C (113°F) | • 最高进水SDI值(SDI ₁₅) | 5.0 |
| • 单支膜元件最大压降 | 1.0 bar (15 psi) | • 允许游离氯含量 | <0.1 ppm |
| • 连续运行pH值范围 | 2-11 | | |

说明

- 单支膜元件的流量可能不同，但变化范围不会超过±15%。
- 有效膜面积变化范围不会超过±4%。
- 稳定脱盐率一般需要在连续运行24-48小时后测试获得，取决于进水水质和操作条件。

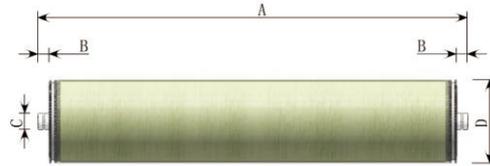
3-2 BW系列 - 苦咸水淡化反渗透膜元件

产品简介

UltraClean BW反渗透膜元件主要用于苦咸水脱盐，为工业水处理系统提供卓越、稳定和一致的膜性能。该元件运行压力低，为工业级的应用提供了更具成本效益的选择。对于较难处理的溶解性盐类,如TOC、SiO₂ 等具有较高的去除率，适用于石油、石化行业废水近零排放以及热电厂锅炉给水。UltraClean BW系列有8英寸和4英寸两种规格。

产品优势

- 具有稳定的膜性能和高有机物去除率
- 运行压力低，兼顾高产水量与运行成本
- 满足工业废水近零排放标准



产品尺寸

膜型号	尺寸A inch (mm)	尺寸B inch (mm)	尺寸C inch (mm)	尺寸D inch (mm)
UC BW-8040-400	40(1,016)	/	1.125(29)	7.9(201)
UC BW-4040-78	37.9(963)	1.05(26.7)	0.75(19)	3.9(99)

产品参数

膜型号	有效膜面积ft ² (m ²)	稳定脱盐率%	最低脱盐率%	产水量gpd(m ³ /d)
UC BW-8040-400	400(37)	99.5	99.0	10,500(40)
UC BW-4040-78	78(7.2)	99.5	99.0	2,050(7.8)

测试条件：进水压力1.55 MPa(225 psi)；进水温度25°C(77 °F)；进水水质2,000 ppm NaCl；进水pH值8；回收率15%。

操作条件

- | | | | |
|-------------|------------------|--------------------------------|----------|
| • 最高工作压力 | 41 bar (600psi) | • 化学清洗pH值范围 | 1-13 |
| • 最高工作温度 | 45°C (113°F) | • 最高进水SDI值(SDI ₁₅) | 5.0 |
| • 单支膜元件最大压降 | 1.0 bar (15 psi) | • 允许游离氯含量 | <0.1 ppm |
| • 连续运行pH值范围 | 2-11 | | |

说明

- 单支膜元件的流量可能不同，但变化范围不会超过±15%。
- 有效膜面积变化范围不会超过±4%。
- 稳定脱盐率一般需要在连续运行24-48小时后测试获得，取决于进水水质和操作条件。

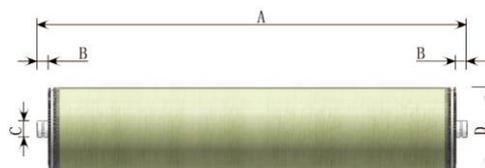
3-3 FR系列 - 抗污染型苦咸水淡化反渗透膜元件

产品简介

UltraClean FR系列反渗透膜元件具有很强的抗结垢性能和抗有机物、微生物污染的性能，主要用于处理进水为高污染倾向的水源，如印染废水和热电厂工业废水等。通过特殊复合膜制备技术，改变了膜表面的电荷性及光滑度，使膜表面的亲水性能增强，进而减少附着表层的污染物及微生物，从而降低膜元件污染速率，延长使用寿命。UltraClean FR系列有8英寸和4英寸两种规格。

产品优势

- 具有很强的抗污染性能，使用寿命长
- 适用于进水水质较差的膜处理系统



产品尺寸

膜型号	尺寸A inch (mm)	尺寸B inch (mm)	尺寸C inch (mm)	尺寸D inch (mm)
UC BW-8040-400FR	40(1,016)	/	1.125(29)	7.9(201)
UC BW-8040-400FR/34	40 (1,016)	/	1.125(29)	7.9(201)
UC BW-4040-78FR	37.9(963)	1.05 (26.7)	0.75(19)	3.9(99)

产品参数

膜型号	有效膜面积ft ² (m ²)	稳定脱盐率%	最低脱盐率%	产水量gpd(m ³ /d)
UC BW-8040-400FR	400(37)	99.5	99.0	10,500(40)
UC BW-8040-400FR/34	400(37)	99.5	99.0	10,500(40)
UC BW-4040-78FR	78(7.2)	99.5	99.0	2,050(7.8)

测试条件：进水压力1.55 MPa(225 psi)；进水温度25°C(77 °F)；进水水质2,000 ppm NaCl；进水pH值8；回收率15%。

操作条件

- | | | | |
|-------------|------------------|--------------------------------|----------|
| • 最高工作压力 | 41 bar (600psi) | • 化学清洗pH值范围 | 1-13 |
| • 最高工作温度 | 45°C (113°F) | • 最高进水SDI值(SDI ₁₅) | 5.0 |
| • 单支膜元件最大压降 | 1.0 bar (15 psi) | • 允许游离氯含量 | <0.1 ppm |
| • 连续运行pH值范围 | 2-11 | | |

说明

- 单支膜元件的流量可能不同，但变化范围不会超过±15%。
- 有效膜面积变化范围不会超过±4%。
- 稳定脱盐率一般需要在连续运行24-48小时后测试获得，取决于进水水质和操作条件。

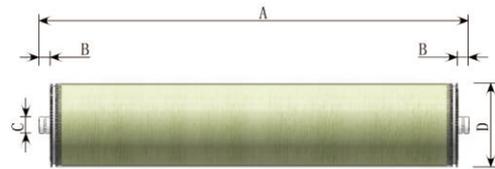
3-4 XFR系列 - 超抗污染型苦咸水淡化反渗透膜元件

产品简介

UltraClean XFR系列反渗透膜片制造通过优化配方、反应条件和后处理，膜皮层更致密、更亲水，膜表面更光滑，膜元件结构经过优化设计、采用优质材料生产而成的膜产品，可有效净化存在生物污染和有机物污染倾向的原水。UltraClean XFR系列原件均采用最新膜片制备技术，使其抗有机物污染能力和可清洗性能达到业界一流水平，为高难度水处理行业提供了具有出色的抗污染能力，超强耐用性的膜元件。UltraClean XFR系列有8英寸和4英寸两种规格，适用于进水水质很差的系统。

产品优势

- 具有高抗污染性能
- 具有高耐用性
- 高去除率和高产水量



产品尺寸

膜型号	尺寸A inch (mm)	尺寸B inch (mm)	尺寸C inch (mm)	尺寸D inch (mm)
UC BW-8040-400XFR	40(1,016)	/	1.125(29)	7.9(201)
UC BW-8040-400XFR/34	40(1,016)	/	1.125(29)	7.9(201)
UC BW-4040-78XFR	37.9(963)	1.05(26.7)	0.75(19)	3.9(99)

产品参数

膜型号	有效膜面积ft ² (m ²)	稳定脱盐率%	最低脱盐率%	产水量gpd(m ³ /d)
UC BW-8040-400XFR	400(37)	99.6	99.4	10,500(40)
UC BW-8040-400XFR/34	400(37)	99.6	99.4	10,500(40)
UC BW-4040-78XFR	78(7.2)	99.6	99.4	2,050(7.8)

测试条件：进水压力1.55MPa(225 psi)；进水温度25°C(77 °F)；进水水质2,000 ppm NaCl；进水pH值8；回收率15%。

操作条件

- | | | | |
|-------------|------------------|--------------------------------|----------|
| • 最高工作压力 | 41 bar (600psi) | • 化学清洗pH值范围 | 1-13 |
| • 最高工作温度 | 45°C (113°F) | • 最高进水SDI值(SDI ₁₅) | 5.0 |
| • 单支膜元件最大压降 | 1.0 bar (15 psi) | • 允许游离氯含量 | <0.1 ppm |
| • 连续运行pH值范围 | 2-11 | | |

说明

- 单支膜元件的流量可能不同，但变化范围不会超过±15%。
- 有效膜面积变化范围不会超过±4%。
- 稳定脱盐率一般需要在连续运行24-48小时后测试获得，取决于进水水质和操作条件。

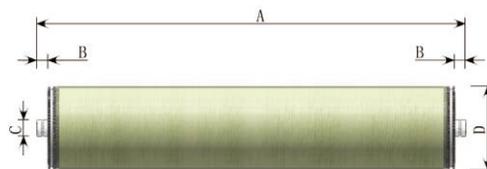
3-5 LE系列- 低能耗苦咸水淡化反渗透膜元件

产品简介

UltraClean LE系列反渗透膜元件的膜片通过改变底膜和复合膜的配方和生产工艺条件，改变膜的致密度和表面特性，与传统苦咸水膜元件相比，在提供99.3%的脱盐率的同时，能将运行压力降低33%。该型号低能耗反渗透膜元件的应用，使整个反渗透系统能在提供同样产水水质的同时，将能耗降低1/3。低能耗系列有8英寸和4英寸两种规格。

产品优势

- 可有效降低膜系统运行压力和能耗
- 具有稳定脱盐率和产水量
- 膜系统运行经济性好



产品尺寸

膜型号	尺寸A inch (mm)	尺寸B inch (mm)	尺寸C inch (mm)	尺寸D inch (mm)
UC BW-8040-400LE	40(1,016)	/	1.125(29)	7.9(201)
UC BW-8040-440LE	40(1,016)	/	1.125(29)	7.9(201)
UC BW-4040-78LE	37.9(963)	1.05 (26.7)	0.75(19)	3.9(99)

产品参数

膜型号	有效膜面积ft ² (m ²)	稳定脱盐率%	最低脱盐率%	产水量gpd(m ³ /d)
UC BW-8040-400LE	400(37)	99.3	99.0	11,500(44)
UC BW-8040-440LE	440(41)	99.3	99.0	12,650(48)
UC BW-4040-78LE	78(7.2)	99.3	99.0	2,250(8.7)

测试条件：进水压力1.03MPa(150 psi)；进水温度25°C(77 °F)；进水水质2,000 ppm NaCl；进水pH值8；回收率15%。

操作条件

- | | | | |
|-------------|------------------|--------------------------------|----------|
| • 最高工作压力 | 41 bar (600psi) | • 化学清洗pH值范围 | 1-13 |
| • 最高工作温度 | 45°C (113°F) | • 最高进水SDI值(SDI ₁₅) | 5.0 |
| • 单支膜元件最大压降 | 1.0 bar (15 psi) | • 允许游离氯含量 | <0.1 ppm |
| • 连续运行pH值范围 | 2-11 | | |

说明

- 单支膜元件的流量可能不同，但变化范围不会超过±15%。
- 有效膜面积变化范围不会超过±4%。
- 稳定脱盐率一般需要在连续运行24-48小时后测试获得，取决于进水水质和操作条件。

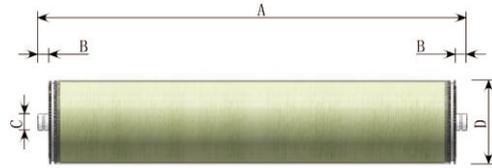
3-6 XLE系列- 超低能耗苦咸水淡化反渗透膜元件

产品简介

UltraClean XLE系列反渗透膜片通过改变底膜和复合膜的配方和生产工艺条件，改变膜的表面特性和化学特性，提高比表面积和亲水性，最大程度地提高膜通量。适用于市政用水处理，是目前膜行业产水量最高，运行压力最低的反渗透膜元件之一，用该元件组装系统总成本最低，能极大提高反渗透系统运行经济性。作为最新一代超低能耗高性能的反渗透膜元件，其运行压力约为普通苦咸水淡化反渗透膜元件运行压力的1/2，脱盐率可达99%。超低能耗系列有8英寸和4英寸两种规格。

产品优势

- 具有极高水通量和极低运行压力
- 可大幅度降低膜系统能耗，同时兼顾脱盐率



产品尺寸

膜型号	尺寸A inch (mm)	尺寸B inch (mm)	尺寸C inch (mm)	尺寸D inch (mm)
UC BW-8040-400XLE	40(1,016)	/	1.125(29)	7.9 (201)
UC BW-8040-440XLE	40(1,016)	/	1.125(29)	7.9(201)
UC BW-4040-78XLE	37.9(963)	1.05(26.7)	0.75(19)	3.9 (99)

产品参数

膜型号	有效膜面积ft ² (m ²)	稳定脱盐率%	最低脱盐率%	产水量gpd(m ³ /d)
UC BW-8040-400XLE	400(37)	99.0	98.0	11,500(44)
UC BW-8040-440XLE	440(41)	99.0	98.0	12,650(48)
UC BW-4040-78XLE	78(7.2)	99.0	98.0	2,250(8.7)

测试条件：进水压力0.69 MPa(100 psi)；进水温度25°C(77 °F)；进水水质500ppm NaCl；进水pH值8；回收率15%。

操作条件

- | | | | |
|-------------|------------------|--------------------------------|----------|
| • 最高工作压力 | 41 bar (600psi) | • 化学清洗pH值范围 | 1-13 |
| • 最高工作温度 | 45°C (113°F) | • 最高进水SDI值(SDI ₁₅) | 5.0 |
| • 单支膜元件最大压降 | 1.0 bar (15 psi) | • 允许游离氯含量 | <0.1 ppm |
| • 连续运行pH值范围 | 2-11 | | |

说明

- 单支膜元件的流量可能不同，但变化范围不会超过±15%。
- 有效膜面积变化范围不会超过±4%。
- 稳定脱盐率一般需要在连续运行24-48小时后测试获得，取决于进水水质和操作条件。

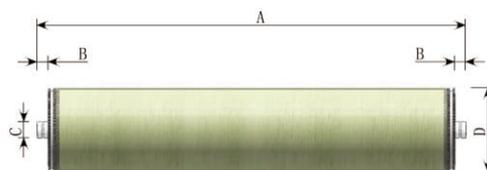
3-7 FRLE系列- 抗污染低能耗型苦咸水淡化反渗透膜元件

产品简介

UltraClean FRLE系列反渗透膜元件具有极强的抗污染性能和低能耗性能，该膜元件针对处理具有高度生物污染或有机污染倾向的低水质给水而开发。其运行压力比普通苦咸水淡化反渗透膜元件运行压力的低30%，能耗降低约1/3，稳定脱盐率可达99.3%。抗污染低能耗系列有8英寸和4英寸两种规格。

产品优势

- 可有效降低膜系统运行能耗，系统运行经济性好
- 抗污染性好、高污染进水水质



产品尺寸

膜型号	尺寸A inch (mm)	尺寸B inch (mm)	尺寸C inch (mm)	尺寸D inch (mm)
UC BW-8040-400FRLE	40(1,016)	/	1.125 (29)	7.9(201)
UC BW-8040-400FRLE/34	40(1,016)	/	0.75(19)	3.9(99)

产品参数

膜型号	有效膜面积ft ² (m ²)	稳定脱盐率%	最低脱盐率%	产水量gpd(m ³ /d)
UC BW-8040-400FRLE	400(37)	99.3	99.0	11,500(44)
UC BW-8040-400FRLE/34	400(37)	99.3	99.0	11,500(44)

测试条件：进水压力1.03 MPa(150 psi)；进水温度25°C(77 °F)；进水水质2000ppm NaCl；进水pH值8；回收率15%。

操作条件

- | | | | |
|-------------|------------------|--------------------------------|----------|
| • 最高工作压力 | 41 bar (600psi) | • 化学清洗pH值范围 | 1-13 |
| • 最高工作温度 | 45°C (113°F) | • 最高进水SDI值(SDI ₁₅) | 5.0 |
| • 单支膜元件最大压降 | 1.0 bar (15 psi) | • 允许游离氯含量 | <0.1 ppm |
| • 连续运行pH值范围 | 2-11 | | |

说明

- 单支膜元件的流量可能不同，但变化范围不会超过±15%。
- 有效膜面积变化范围不会超过±4%。
- 稳定脱盐率一般需要在连续运行24-48小时后测试获得，取决于进水水质和操作条件。

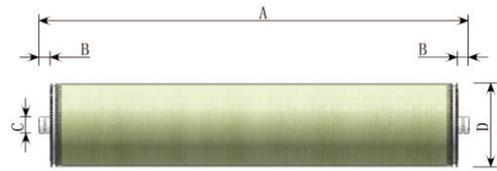
3-8 HRFR系列- 高脱盐抗污染苦咸水淡化反渗透膜元件

产品简介

UltraClean HRFR系列高脱盐反渗透膜元件是脱盐率最高的反渗透膜元件之一，稳定脱盐率高达99.7%。在一般工业和水处理应用中，采用一级反渗透系统就可以达到严格的出水水质要求。该系列8寸膜元件拥有37平方米的有效膜面积，不仅可以实现生产率最大化，同时还能够达到准确可预期的系统设计和运行通量，能以更低的成本满足更高的水质净化要求。有8英寸和4英寸两种规格。

产品优势

- 具有极高且稳定的脱盐率
- 适用于高含盐水处理



产品尺寸

膜型号	尺寸A inch (mm)	尺寸B inch (mm)	尺寸C inch (mm)	尺寸D inch (mm)
UC BW-8040-400HRFR	40(1,016)	/	1.125(29)	7.9 (201)
UC BW-4040-78HRFR	37.9(963)	1.05(26.7)	0.75(19)	3.9 (99)

产品参数

膜型号	有效膜面积ft ² (m ²)	稳定脱盐率%	最低脱盐率%	产水量gpd(m ³ /d)
UC BW-8040-400HRFR	400(37)	99.7	99.4	11,500(44)
UC BW-4040-78HRFR	78(7.2)	99.7	99.4	2,250(8.7)

测试条件：进水压力1.55 MPa(225 psi)；进水温度25°C(77 °F)；进水水质2000 ppm NaCl；进水pH值8；回收率15%。

操作条件

- | | | | |
|-------------|------------------|--------------------------------|----------|
| • 最高工作压力 | 41 bar (600psi) | • 化学清洗pH值范围 | 1-13 |
| • 最高工作温度 | 45°C (113°F) | • 最高进水SDI值(SDI ₁₅) | 5.0 |
| • 单支膜元件最大压降 | 1.0 bar (15 psi) | • 允许游离氯含量 | <0.1 ppm |
| • 连续运行pH值范围 | 2-11 | | |

说明

- 单支膜元件的流量可能不同，但变化范围不会超过±15%。
- 有效膜面积变化范围不会超过±4%。
- 稳定脱盐率一般需要在连续运行24-48小时后测试获得，取决于进水水质和操作条件。



04 纳滤膜产品

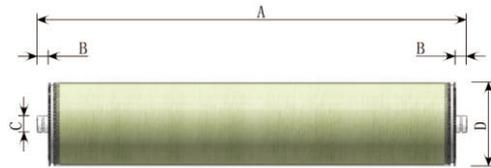
4-1 UC NF 90 系列- 纳滤膜元件

产品简介

UltraClean UC NF90系列纳滤膜元件，可实现高产水量的同时具有优异的一、二价盐脱除性能，高有机化合物去除率，如杀虫剂、除草剂和THM前驱物等，对天然有机物具有高脱除能力。在水处理过程中，它能降低水的硬度的同时，还能够有效地去除水中的有毒有害物质，去除浊度、色度和有机物。此外，还能回收具有经济价值的高价盐和小分子有机物。它所需净驱动压力低，在很低的运行压力下就可以有效地脱除杂质或回收有用物质，系统运行能耗低，经济性好。适用于造纸、印染工业和市政污水处理系统。

产品优势

- 具有优异的一、二价盐脱除性能
- 适用于去除TOC 和THM 前驱体
- 在超低压条件下去除盐类且低运行能耗的系统



产品尺寸

膜型号	尺寸A inch (mm)	尺寸B inch(mm)	尺寸C inch (mm)	尺寸D inch (mm)
UC NF-90-400	40(1,016)	/	1.125(29)	7.9 (201)
UC NF-90-82	37.9(963)	1.05(26.7)	0.75(19)	3.9 (99)

产品参数

膜型号	有效膜面积ft ² (m ²)	稳定脱盐率%	产水量gpd(m ³ /d)
UC NF-90-400	400(37)	85-95%(NaCl) ≥99%(MgSO ₄)	7,500(28.4) NaCl 9,500(36.0) MgSO ₄
UC NF-90-82	82(7.6)	85-95%(NaCl) ≥99%(MgSO ₄)	1,400(5.3) NaCl 1,850(7.0) MgSO ₄

测试条件：进水压力0.48MPa (70 psi)；进水温度25 °C (77 °F)；进水水质 2,000 ppm NaCl , 2,000 ppm MgSO₄；进水pH值 8；回收率15%。

操作条件

- | | | | |
|-------------|------------------|--------------------------------|----------|
| • 最高工作压力 | 41 bar (600psi) | • 化学清洗pH值范围 | 1-12 |
| • 最高工作温度 | 45°C (113°F) | • 最高进水SDI值(SDI ₁₅) | 5.0 |
| • 单支膜元件最大压降 | 1.0 bar (15 psi) | • 允许游离氯含量 | <0.1 ppm |
| • 连续运行pH值范围 | 2-11 | | |

说明

- 单支膜元件的流量可能不同，但变化范围不会超过±15%。
- 有效膜面积变化范围不会超过±4%。
- 稳定脱盐率一般需要在连续运行24-48小时后测试获得，取决于进水水质和操作条件。

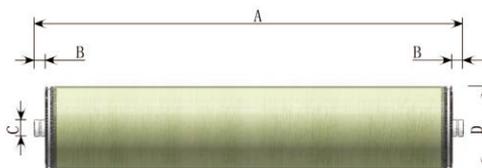
4-2 UC NF 150 系列- 纳滤膜元件

产品简介

UltraClean UC NF150系列纳滤膜元件制备过程中，采用独有的配方和工艺，是专为需要进行特殊溶质浓缩分离工艺过程所开发生产的，性能稳定可靠，抗污染性强。它填补了现有纳滤膜截留分子量的空白区间。适用于精细物料分离，同时适用于去除TOC 和THM 前驱体，单价、多价离子分盐，脱色，小分子有机物分离与浓缩等。

产品优势

- 填补了现有纳滤膜截留分子量的空白区间
- 适用于精细物料分离，小分子有机物分离、脱色，单价、多价离子分盐
- 化学性能稳定，抗污染性强



产品尺寸

膜型号	尺寸A inch (mm)	尺寸B inch (mm)	尺寸C inch (mm)	尺寸D inch (mm)
UC NF-150-400	40(1,016)	/	1.125(29)	7.9 (201)
UC NF-150-82	37.9(963)	1.05(26.7)	0.75(19)	3.9 (99)

产品参数

膜型号	有效膜面积ft ² (m ²)	稳定脱盐率%	产水量gpd(m ³ /d)
UC NF-150-400	400(37)	50-70%(NaCl) ≥99%(MgSO ₄)	8,250(31.2) NaCl 9,780(36.8) MgSO ₄
UC NF-150-82	82(7.6)	50-70%(NaCl) ≥99%(MgSO ₄)	1,610(6.1) NaCl 1,910(7.2) MgSO ₄

测试条件：进水压力0.48MPa (70 psi); 进水温度25 °C (77 °F); 进水水质 2,000 ppm NaCl , 2,000 ppm MgSO₄; 进水pH值7; 回收率 15%。

操作条件

- | | | | |
|-------------|------------------|--------------------------------|----------|
| • 最高工作压力 | 41 bar (800psi) | • 化学清洗pH值范围 | 1-13 |
| • 最高工作温度 | 45°C (113°F) | • 最高进水SDI值(SDI ₁₅) | 5.0 |
| • 单支膜元件最大压降 | 1.0 bar (15 psi) | • 允许游离氯含量 | <0.1 ppm |
| • 连续运行pH值范围 | 2-11 | | |

说明

- 单支膜元件的流量可能不同，但变化范围不会超过±15%。
- 有效膜面积变化范围不会超过±4%。
- 稳定脱盐率一般需要在连续运行24-48小时后测试获得，取决于进水水质和操作条件。

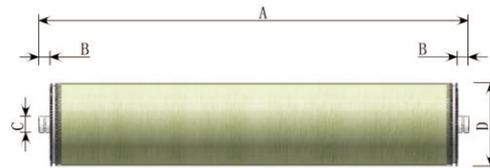
4-3 UC NF 280 系列- 纳滤膜元件

产品简介

UltraClean UC NF280系列纳滤膜元件具有超高通量，能高度脱除TOC和THM（三卤代烷）前驱物，同时二价盐分中等通过，其它盐分中等或较高程度通过。是脱除地表水和地下水中的有机物并进行适度软化，浓缩、分离或提纯无机盐、有机物、天然药物和发酵液的理想膜元件。NF280-400/34元件的膜面积大、产水量高，为工业生产提供广泛的水处理和浓缩与分离应用选择。适用于在超低压条件下去除水中TOC、THM 前驱体、盐类且低运行能耗的系统，以及于物料分离，市政、工业水处理。

产品优势

- 具有超高通量
- 高度脱除TOC和THM（三卤代烷）前驱物
- 超低运行压力可效降低膜系统运行能耗



产品尺寸

膜型号	尺寸A inch (mm)	尺寸B inch (mm)	尺寸C inch (mm)	尺寸D inch (mm)
UC NF-280-400	40(1,016)	/	1.125(29)	7.9 (201)
UC NF-280-82	37.9(963)	1.05(26.7)	0.75(19)	3.9 (99)

产品参数

膜型号	有效膜面积ft ² (m ²)	稳定脱盐率%	产水量gpd(m ³ /d)
UC NF-280-400	400(37)	40-60%(CaCl ₂) ≥97%(MgSO ₄)	14,700(55.6) CaCl ₂ 12,500(47.3) MgSO ₄
UC NF-280-82	82(7.6)	40-60%(CaCl ₂) ≥97%(MgSO ₄)	2,925(11.1) CaCl ₂ 2,500(9.4) MgSO ₄

测试条件：进水压力0.48MPa (70 psi)；进水温度25 °C (77 °F)；进水水质500ppmCaCl₂，2,000 ppm MgSO₄；进水pH值8；回收率15%。

操作条件

- | | | | |
|-------------|------------------|--------------------------------|----------|
| • 最高工作压力 | 41 bar (800psi) | • 化学清洗pH值范围 | 1-13 |
| • 最高工作温度 | 45°C (113°F) | • 最高进水SDI值(SDI ₁₅) | 5.0 |
| • 单支膜元件最大压降 | 1.0 bar (15 psi) | • 允许游离氯含量 | <0.1 ppm |
| • 连续运行pH值范围 | 2-11 | | |

说明

- 单支膜元件的流量可能不同，但变化范围不会超过±15%。
- 有效膜面积变化范围不会超过±4%。
- 稳定脱盐率一般需要在连续运行24-48小时后测试获得，取决于进水水质和操作条件。

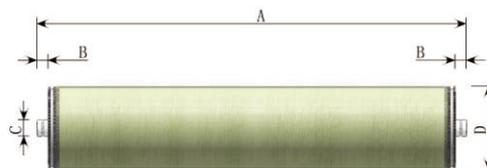
4-4 UC NF 500 系列 - 纳滤膜元件

产品简介

UltraClean UC NF500系列纳滤膜元件具有极高通量、高脱盐率特点，对二价离子具有较高的截留而对一价离子具有较好的通过性能，实现高产水量的同时具有中等的去除性能，可有效截留分子量300~500D以上的有机物，具有优异的脱色性能。该元件采用最新的元件制造技术，可最小化过滤死角和旁路。适用于中水回用、市政用水等。有4"和8"两种不同规格。

产品优势

- 具有极高通量和高脱除率特点
- 具有优异的脱色性能
- 实现高产水量的同时具有中等的去除性能



产品尺寸

膜型号	尺寸A inch (mm)	尺寸B inch (mm)	尺寸C inch (mm)	尺寸D inch (mm)
UC NF-500-400	40(1,016)	/	1.125(29)	7.9 (201)
UC NF-500-82	37.9(963)	1.05(26.7)	0.75(19)	3.9 (99)

产品参数

膜型号	有效膜面积ft ² (m ²)	稳定脱盐率%	产水量gpd(m ³ /d)
UC NF-500-400	400 (37)	≥90%(MgSO ₄)	13,200(50)(MgSO ₄)
UC NF-500-82	82(7.6)	≥90%(MgSO ₄)	2,700(10.2)(MgSO ₄)

测试条件：进水压力0.48MPa (70 psi); 进水温度25 °C (77 °F); 进水水质2,000 ppm MgSO₄; 进水pH值8; 回收率15%。

操作条件

- | | | | |
|-------------|------------------|--------------------------------|----------|
| • 最高工作压力 | 41 bar (800psi) | • 化学清洗pH值范围 | 1-13 |
| • 最高工作温度 | 45°C (113°F) | • 最高进水SDI值(SDI ₁₅) | 5.0 |
| • 单支膜元件最大压降 | 1.0 bar (15 psi) | • 允许游离氯含量 | <0.1 ppm |
| • 连续运行pH值范围 | 2-11 | | |

说明

- 单支膜元件的流量可能不同，但变化范围不会超过±15%。
- 有效膜面积变化范围不会超过±4%。
- 稳定脱盐率一般需要在连续运行24-48小时后测试获得，取决于进水水质和操作条件。

05 特种膜产品



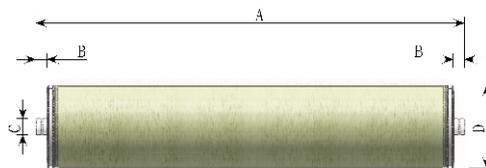
5-1 UC SF-AR系列耐酸特种膜元件

»» 产品简介

UltraClean UC SF-AR耐酸特种膜元件可用于：纯化酸性溶剂，去除金属阳离子、浸出液中的酸回收、无机酸脱色处理、酸液中金属回收、酸性溶液中离子的浓缩和回收、电解液的回收等。

»» 产品优势

- 用于酸性料液环境
- 高金属截留率和分离精度，处理量大，使用寿命长



膜尺寸参数

膜型号	外壳材质	产水量gpd (m ³ /d)	脱盐率%	测试液浓度ppm	测试压力psi
UC SF-AR-400/34	玻璃钢	7690(28.7)	98	2000 MgSO ₄	100
UC SF-AR-78	玻璃钢	1500(5.6)	98	2000 MgSO ₄	100

5-3 UC SF-HT系列耐高温特种膜元件

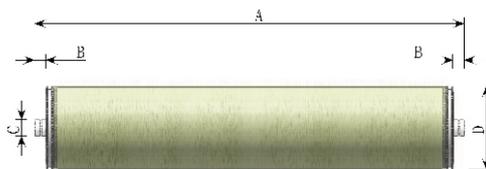
»» 产品简介

UC SF-HT耐高温特种膜元件可有效避免因使用化学消毒法而造成的污染。UC SF-HT系列特种膜元件可短时间耐受最高温度为90°C (194°F)。适合于低错流环境、无悬浮固体、工作温度最高为60°C (141°F)的物料分离系统。

适用于医药行、食品行业，具有稳定的二价盐脱除率，适用于小分子物料的净化与浓缩，所有部件均符合FDA标准。

»» 产品优势

- 用在高温环境中可稳定运行1年以上
- 具有较高分离精度，水处理量大，使用寿命长



膜尺寸参数

膜型号	外壳材质	产水量gpd (m ³ /d)	平均截留率%	稳定运行温度 (°C)
UC SF-HT-400	玻璃钢	7920 (30.0)	>97	60
UC SF-HT-78	玻璃钢	1530 (5.8)	>97	60



06 膜基础知识



6-1 膜过滤和分离过程

目前使用的膜基本上有4种，每种都可以从特定的进水中去除不同种类或粒径的物质。这4种膜或分离技术为：微滤(MF)、超滤(UF)、纳滤(NF)和反渗透(RO)。

这4种膜之间的主要区别是孔径的大小，RO膜、NF膜、UF膜、MF膜的孔径依次增大。各种膜在不同应用环境中所起的作用不同。通常，RO膜和NF膜能够将离子大小的物质从进水中分离出来，UF膜通常用来分离较大的分子。微滤膜主要用于截留悬浮颗粒物、细菌、病毒等，所有四种膜都允许水通过。

»» 微滤 (MF)

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。

»» 超滤 (UF)

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 (NF)

纳滤是一种特殊而又很有前途的分离膜品种，它因能截留物质的大小约为1纳米(0.001微米)而得名，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，截留溶解性盐的能力为20~98%之间，对单价阴离子盐溶液的脱除率低于高价阴离子盐溶液，如氯化钠及氯化钙的脱除率为20~80%，而硫酸镁及硫酸钠的脱除率为90~98%。纳滤膜一般用于去除地表水的有机物和色度，脱除井水的硬度及放射性物质，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。

»» 反渗透(RO)

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。反渗透膜脱盐率一般可大于95%。它们广泛用于海水及苦咸水淡化，锅炉给水、工业纯水及电子级超纯水制备，饮用纯净水生产，废水深度处理及特种分离等过程。

6-2 膜过滤和分离原理

»» 渗透

渗透是一种常见的自然现象，当两种含有不同浓度的溶液被一张半透膜隔开时，就会发生渗透现象。在自然渗透过程中，水从离子含量较低的一侧穿过膜进入离子含量较高的溶液一侧。这个过程会一直持续到半透膜两侧离子浓度相等；或者，直到水透过膜所形成的压差和溶液的渗透压相等。

»» 渗透压

为某溶液在自然渗透的过程中，浓溶液侧液面不断升高，稀溶液侧液面相应降低，直到两侧形成的水柱压力抵销了溶剂分子的迁移，溶液两侧的液面不再变化变化，渗透过程达到平衡点，此时的液柱高差称为该浓溶液的渗透压。

»» 反渗透

反渗透是渗透这一自然现象的逆过程。如果在高浓度溶液一侧加上一个大于渗透压的压力，高浓度溶液中的水就会在压力作用下从以相反的方向穿过渗透膜，进入低浓度一侧，而留下离子和悬浮固体物质。反渗透过程中，穿过膜的水通常被称为产水，而和溶解固体和悬浮固体一起留在膜另一侧的水被称为浓水，盐水，或废水。

»» 反渗透原理

即在进水（浓溶液）侧施加操作压力以克服自然渗透压，当高于自然渗透压的操作压力施加于浓溶液侧时，水分子自然渗透的流动方向就会逆转，进水（浓溶液）中的水分子部分通过膜成为稀溶液侧的净化产水。

»» 纳滤原理

纳滤与反渗透没有明显的界限。纳滤膜对溶解性盐或溶质不是完美的阻挡层，这些溶质透过纳滤膜的高低取决于盐份或溶质及纳滤膜的种类，透过率越低，纳滤膜两侧的渗透压就越高，也就越接近反渗透过程，相反，如果透过率越高，纳滤膜两侧的渗透压就越低，渗透压对纳滤过程的影响就越小。

6-3 影响反渗透和纳滤膜性能的因素

»» 定义

• 回收率

指膜系统中给水转化成为产水或透过液的百分率。膜系统的设计是基于预设的进水水质而定的，设置在浓水管道上的浓水阀可以调节并设定回收率。回收率常常希望最大化以便获得最大的产水量，但是应该以膜系统内不会因盐类等杂质的过饱和而发生沉淀为它的极限值。

• 脱盐率

通过反渗透膜从系统进水中除去总可溶性的杂质浓度的百分率，或通过纳滤膜脱除特定组份如二价离子或有机物的百分数。

- 流量

流量是指进入膜元件的进水流率，常以每小时立方米(m^3/h)或每分钟加仑表示(gpm)。浓水流量是指离开膜元件系统的未透过膜的那部分的“进水”流量。这部分浓水含有从原水水源带入的可溶性的组份，常以每小时立方米(m^3/h)或每分钟加仑表示(gpm)。

- 通量

以单位膜面积透过液的流率，通常以每小时每平方米升(l/m^2h)或每天每平方英尺加仑表示(gfd)。

- 压力的影响

进水压力影响RO和NF膜的产水通量和脱盐率，我们知道渗透是指水分子从稀溶液侧透过膜进入浓溶液侧的流动，反渗透和纳滤技术即在进水水流侧施加操作压力以克服自然渗透压。当高于渗透压的操作压力施加在浓溶液侧时，水分子自然渗透的流动方向就会被逆转，部分进水（浓溶液）通过膜成为稀溶液侧的净化产水。由于RO和NF膜对进水中的溶解性盐类不可能绝对完美地截留，总有一定量的透过量，随着压力的增加，因为膜透水的速率比传递盐分的速率快，这种透盐率的增加得到迅速地克服。但是，通过增加进水压力提高盐分的排除率有上限限制，超过一定的压力值，脱盐率不再增加，某些盐分还会与水分子耦合一同透过膜。

»» 影响反渗透和纳滤膜性能的因素

- 温度的影响

膜系统产水电导对进水温度的变化非常敏感，随着水温的增加，水通量几乎线性地增大，这主要由于透过膜的水分子的粘度下降、扩散能力增加。增加水温会导致脱盐率降低或透盐率增加，这主要是因为盐分透过膜的扩散速率会因温度的提高而加快所致。

- PH的影响

PH值对产品水的电导率也有一定的影响，这是因为反渗透膜本身大都带有一些活性基团，pH值可以影响膜表面的电场进而影响到离子的迁移。另外PH值对进水中杂质的形态有直接影响，如对可离解的有机物，其截留率随pH值的降低而下降水中溶解的 CO_2 受pH值影响较大，pH值低时以气态 CO_2 形式存在，容易透过反渗透膜，pH低时脱盐率也较低，pH升高，气态 CO_2 转化为 HCO_3^- 和 CO_3^{2-} 离子，脱盐率也逐渐上升，pH在7.5~8.5之间时，脱盐率达到最高。

- 盐浓度的影响

渗透压是水中所含盐分或有机物浓度和种类的函数，盐浓度增加，渗透压也增加，因此需要逆转自然渗透流动方

向的进水驱动压力大小主要取决于进水中的含盐量。如果压力保持恒定，含盐量越高，通量就越低，渗透压的增加抵销了进水推动力，造成水通量降低，透过膜的盐通量增加。

• 回收率的影响

通过对进水施加压力，当浓溶液和稀溶液间的自然渗透流动方向被逆转时，实现反渗透过程。如果回收率增加（进水压力恒定），残留在原水中的含盐量更高，自然渗透压将不断增加直至与施加的压力相同，这将抵销进水压力的推动作用，减慢或停止反渗透过程，使渗透通量降低或甚至停止。

排放的浓水必须有足够大的流量，以带走杂质，并防止膜的进水侧发生机械性的堵塞或沉淀。为了方便系统操作，产水和进水之间的比例通常作为一个重要的运行参数使用。这个比例称为“回收率”，通常以百分比表示。例如，如果RO装置的进水流量为 $100\text{m}^3/\text{hr}$ ，产品水流量为 $75\text{m}^3/\text{hr}$ ，则回收率为75%。剩下的未通过膜的 $25\text{m}^3/\text{hr}$ ，也就是浓水通常将被排放。

回收率在数学上定义为： $\text{回收率}(\%) = \text{产水流量} \times 100 / \text{进水流量}$

产水流量和浓水流量之和等于进水流量，也可以表示为： $\text{进水流量} = \text{产水流量} + \text{浓水流量}$

根据具体应用，反渗透系统回收率通常在70%-80%之间。如果进水TDS高，则需要采用较低的回收率；相反，如果进水TDS低，则可以采用较高的回收率。

07 进水预处理

RO或NF卷式膜元件主要用于去除溶解固体，如盐类。如果进水含有悬浮固体，这些悬浮固体会被元件截留并有部分会累积在元件内部，如果进水中含有溶解性固体，在正常的运行过程中，这些固体会沉积到膜元件内，因此卷式膜元件将比较容易受污染。因此，膜过滤前的预处理过程十分重要，预处理可以有效发挥膜过滤的效率，并延长膜的使用寿命。预处理的目的是减少或防止膜元件的污堵和结垢，防止膜性能下降，并尽可能降低膜的清洗频率。

7-1 定义

»» 结垢

在膜处理装置浓缩过程中，当溶解固体的浓度超过其溶解度限值时，这些杂质将在膜的表面沉积。这种现象称为结垢。天然水体中，最可能在运行过程中发生沉降的杂质为碳酸钙(CaCO_3)、硫酸钙(CaSO_4)、硫酸钡(BaSO_4)、硫酸锶(SrSO_4)和硅酸盐。结垢通常首先发生在下游膜元件上，其原因是下游浓水测的含盐量较高。

»» 污堵

污堵是指由于进水中的杂质在膜表面沉积或被膜表面吸附而引起的膜性能下降。这种类型的污染通常在上游膜元件中更为严重。污堵表现为中度到严重的通量下降, 透盐率增加和系统压降增大。

»» 膜降解

膜的化学性质发生改变而引起的膜的性能下降称为膜降解。高锰酸盐、过硫酸盐和六价铬等氧化剂，清洗过程中过高或过低的pH值过都可能引起膜降解。

7-2 水质分析

进入RO/NF预处理系统的原水类型可按总含盐量(TDS)和总有机物含量(TOC)来划分：

- 来自预脱盐的低盐度高纯度产水，总可溶性固体含量TDS最高为50mg/L;
- TDS小于500mg/L的低盐度自来水;
- 天然有机物含量低，TDS小于5,000mg/L的中等含盐量地下水;
- TDS小于5,000mg/L的中等含盐量苦咸水;
- TOC和BOD含量高，TDS小于5,000mg/L的中等含盐量三级废水;
- TDS介于5,000~15,000mg/L的高含盐量苦咸水;
- TDS在35,000mg/L左右的海水;
- 其他类型水。

不同类型的水源对应不同工艺的预处理和不同型号的膜元件，对于不具备水质分析或试验条件的小型工程项目，可参照相同类型水源的已投入运行的项目的预处理进行设计；对于中型或大型工程项目必须进行水质全分析。

»» 水质分析报告样表

原水分析单位				分析人			
收样时间		年 月 日		分析检测时间		年 月 日	
项目		mg/L	mmol/L			mg/L	mmol/L
阳 离 子	K ⁺			阴 离 子	Cl ⁻		
	Na ⁺				SO ₄ ²⁻		
	Ca ²⁺				HCO ₃ ⁻		
	Mg ²⁺				CO ₃ ²⁻		
	NH ₄ ⁺				NO ₂ ⁻		
	Fe ³⁺				NO ₃ ⁻		
	Al ³⁺				F ⁻		
	Fe ²⁺				OH ⁻		
	Ba ²⁺						
	Sr ²⁺						
Total			合计				
项目	含量		项目	含量			
全硬度	mmol/L		全固形物	mg/L			
非碳酸盐硬度	mmol/L		溶解固形物	mg/L			
碳酸盐硬度	mmol/L		悬浮物	mg/L			
总碱度 (甲基橙碱度)	mmol/L		全硅	mg/L			
酚酞碱度	mmol/L		活性硅	mg/L			
浊度 (NTU)			COD _{Mn} (O ₂)	mg/L			
电导率 (25℃)	μS/cm		pH				
其他	异味、色度、生物活性、细菌个数、特殊离子 (如硼离子) 等						

注：当阴阳离子存在较大不平衡时，应重新分析测试，相差不大时，可添加钠离子或氯离子进行人工平衡。

7-3 进水指标

SDI

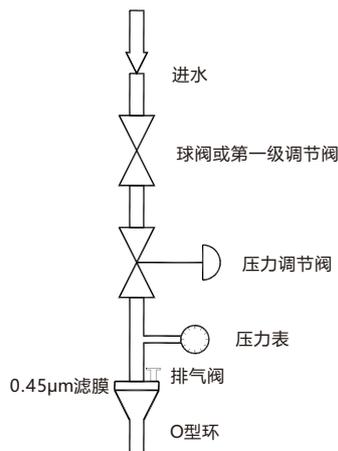
水的污泥指数(SDI)是在 $2.1\text{kg}/\text{cm}^2$ (30psi)的给水压力下, 单位时间与单位面积内 $0.45\mu\text{m}$ 特定滤膜被污堵的百分率。SDI测定是一个非常有效的水处理系统维护管理工具, 通过测定原水, 过滤器前后, 超滤前后, 精密过滤器前后等取样点的SDI值, 可以有效的监控水处理系统运行, 可以判断各个工艺步骤是否正常。它已经被膜行业普遍接收和认可, 是反渗透 / 纳滤预处理系统中必须检测的重要指标。

SDI测试方法如下:

- 将SDI测试装置组装见下图;
- 将SDI测试装置与测试点连接 (测试点通常选在压力稳定的RO低压进水口前);
- 将微滤膜片装入测试过滤器并将给水的压力稳定在 $2.1\text{kg}/\text{cm}^2$ (30psi)之内;

注意: 将膜片正向平展置于测试仪内, 用少量净水将膜片完全湿融, 不容许有气泡存在于膜片与测试仪之间, 以免影响测试效果。

- 在过滤器下放置一只500ml量筒, 准备收集过滤水;
- 开阀门, 测定收集500ml水样所需时间 T_i , 并使水继续流;
- 15分钟后, 再测定收集500ml水样所需时间 T_f ; 如果收集100ml水样的时间超过60秒, 则表明膜面被污堵, 无需再继续进行测试;
- 关闭阀门, 将测试过滤器中的膜片取出以便进一步的分析;
- 计算公式: $\text{SDI} = [(1 - T_i / T_f) \times 100] / 15$ 。



SDI测试装置示意图

温度

进水的温度是影响反渗透 / 纳滤系统产水量的重要因素, 对于温度较低的原水可根据要求采取适当的措施予以调节。温度过高的原水严禁进入膜系统, 高温将对膜元件性能产生严重危害。

在系统日常运行中，要求反渗透 / 纳滤进水最高温度 ≤ 45 。

»» pH

调节pH是控制碳酸钙结垢的最简单的方法，通过测定及计算浓水的拉格朗日饱和指数(LSI)或史蒂夫戴维斯稳定指数(S&DSI)，可以判断碳酸钙结垢的可能性，但是过低或过高pH值可能会造成膜损伤。在系统日常运行中，反渗透装置连续运行PH值范围2-11，纳滤装置连续运行PH值范围3-10。

»» COD、BOD

水处理中一般用化学需氧量(COD)、生化需氧量(BOD)二个指标来表示水中有机物含量。自然界中有机物种类繁多，水中的有机成分主要是腐殖酸、表面活性剂、油、微生物、农药等。

化学需氧量(COD)是在一定的条件下，采用一定的强氧化剂处理水样时，所消耗的氧化剂量。它是表示水中还原性物质多少的一个指标。水中的还原性物质有各种有机物、亚硝酸盐、硫化物、亚铁盐等，但主要的是有机物。因此，化学需氧量(COD)又往往作为衡量水中有机物质含量多少的指标。

生化需氧量(BOD)是水中有机物由于微生物的生化作用进行氧化分解，使之无机化或气体化时所消耗水中溶解氧的总数量。其单位ppm(毫克 / 升)。目前普遍采用20°C 5天培养时间所消耗的氧作为指标，称为BOD₅。

BOD是微生物生长的营养源，微生物进入膜系统时会在膜表面吸附或繁殖，特别是在浓缩侧由于有机物等营养物的大量积蓄而发生微生物污染的现象。

在系统日常运行中，建议反渗透进水COD_{Mn}小于15ppm。

»» 氧化剂

由于反渗透 / 纳滤膜材质本身不能承受氧化剂，所以进水中必须去除游离氯、高锰酸盐、过硫酸盐、六价铬、过氧化物、臭氧等氧化性物质。进水中可以通过投加亚硫酸氢钠去除氧化性物质。

»» 化学污染物

反渗透 / 纳滤的进水中不得含有阳离子高分子絮凝剂、阳离子表面活性剂、环氧树脂涂料及阴离子交换树脂的溶出物，这些化学物质会在膜表面形成化学污染，造成膜元件不可逆损害，在反渗透 / 纳滤进水前，需通过预处理将此类化学污染物去除。

»» 反渗透 / 纳滤膜进水水质指标

项目		反渗透	纳滤
1	浊度	<1NTU	<1NTU
2	SDI	<5	<5
3	pH值	2-11	2-11
4	水温	5-45°C	5-45°C
5	COD _{Mn}	<15 ppm	<15 ppm
6	游离氯	<0.1ppm, 控制0	<0.1ppm, 控制0
7	铁	<0.05 ppm	<0.05 ppm
8	锰	<0.1 ppm	<0.1 ppm
9	表面活性、洗涤剂、油等	检测不出	检测不出

7-4 常用预处理方法

水由于水源不同，因而预处理的方法不尽相同，为了保证进水水质，必须针对不同的水质进行不同处理单元的有效结合，形成技术可行和运行经济合理的预处理系统。

»» 化学氧化

化学氧化预处理方法通常是利用强氧化剂氧化分解水中有机污染物的一种化学处理方法，与此同时，一些氧化剂可以除去水中的色、味、臭以及铁、酚藻类等物质。某些氧化剂同时也是较好的杀菌剂。化学氧化处理工艺可与混、凝、过滤、吸附等单元处理工艺相结合，达到良好的处理效果。

工业水处理常用的氧化剂主要有：氯气、次氯酸钠、二氧化氯、高锰酸钾、臭氧、双氧水等。由于芳香聚酰胺反渗透膜和聚砜纳滤膜极易被氧化剂氧化，因此预处理中若采用氧化工艺须注意配合采用相应的还原手段，防止残余氧化剂进入到膜系统造成膜的氧化破坏。

»» 药剂软化

药剂软化是运用化学沉淀的原理，根据溶度积原理使水中所含的硬度等在适当的药剂作用下形成难溶性化合物而被去除的过程。水处理中最常用的方法是钙镁离子的化合沉淀，其次是金属离子的氢氧化物沉淀。药剂软化通常结合凝聚、沉淀或澄清工艺同时进行。

水处理厂用软化药剂主要有石灰、纯碱、苛性钠、磷酸三钠、磷酸氢二钠等。根据原水水质的不同类型可结合不同的药剂进行处理，一般对于高硬度、高碱度的水采用石灰软化法，高硬度、低碱度的水采用石灰-纯碱法，而对于高碱度、负硬度（即总碱度大于总硬度）水则采用石灰-石膏法。

采用化学药剂软化，药剂的使用量必须正确。药剂软化处理后，般会使水的pH值上升，根据情况将pH值降低到合适的值。单纯的石灰软化法主要去除水中碳酸盐硬度，降低水的碱度。值得注意的是过量投加石灰反而会增加水的硬度。

石灰-苏打法可以同时去除碳酸盐硬度和非碳酸盐硬度。前者除去碳酸盐硬度，后者除去非碳酸盐硬度。该法适用于硬度大于碱度的水。

离子交换软化

该方法是基于离子交换原理，使水中钙、镁离子与交换剂中的阳离子 (Na^+ 、 H^+) 发生置换反应，去除硬度，从而防止钙镁结垢。在离子交换过程中，树脂结构本身不发生改变，溶液中的离子扩散到树脂分子结构中发生交换，被交换下来的离子以同样途径扩散到溶液中。

离子交换树脂分为阳离子交换树脂与阴离子交换树脂。用于去除钙镁硬度的树脂有H型及Na型强酸性阳离子交换树脂。

Na型离子交换软化适用于原水碱度低，只需要进行软化不要求脱除碱度的场合，此时碱度不变，软水含盐量略有升高。单级钠离子交换系统用于总硬度小于5mmol/L的原水。当软化出水硬度超过限度后需要及时再生，以免发生硬度泄混。H型弱酸性树脂只能去除碳酸盐硬度，软化不彻底。为了既去除硬度又去除碱度，可以采用H-Na离子交换系统联合处理。

混凝絮凝

混凝是指向水中投加一定剂量的化学药剂，这些化学药剂在水中发生水解，和水中的胶体粒子互相碰撞，发生电性中和，产生吸附、架桥和网捕作用，从而形成大的絮体颗粒，并从水中沉降，起到了降低颗粒悬浮物和胶体的作用。有时单独采用混凝剂不能达到预期的效果时，可以投加辅助药剂以提高混凝的效果，这种辅助药剂称之为助凝剂，助凝剂本身不能产生像混凝剂一样的作用，只能起到改善絮体结构，使絮体颗粒增大、强韧和沉重。因此单独采用助凝剂不能起到很好的效果。

常用的混凝剂种类很多，工业上常用的一般为无机盐类混凝剂和无机高分子混凝剂。无机盐类混凝剂主要有三氯化铁和硫酸亚铁。无机高分子混凝剂主要有碱式氯化铝 (PAC)、聚合硫酸铁 (PFS) 和聚合硫酸铝 (PAS)。其中，以三氯化铁和碱式氯化铝最为常用。

混凝剂在水中的混凝作用会受pH、水温及水质等诸多因素的影响，选择合适的混凝剂及投加剂量需要结合小试烧杯实验加以确定。

由于大多数芳香聚酰胺反渗透膜和聚砜纳滤膜表面整体负电荷性，因此如果在预处理工艺中投加的阳离子型混凝剂或助凝剂过量的话，那么过剩的阳离子物质可能会吸附到膜表面，造成膜的离子型污染。此时反渗透/纳滤系统将会产生产水量下降、压降上升的现象，而且一旦发生离子型污染，将很难以得到有效地恢复。因此必须采取有效措施，监控混凝剂和助凝剂的准确投加量及其pH范围的控制。

» 介质过滤

介质过滤是指以石英砂、石榴石或无烟煤等为介质，使水在重力或压力下通过由这些介质构成的床层，而水中的颗粒污染物质则被介质阻截，从而达到与水分离的过程。粒状介质过滤基于“过滤 - 澄清”的工作过程去除水中的颗粒悬浮物和胶体。

水处理中常见的过滤类型有顺流单滤料过滤及逆流过滤等。

为提高介质过滤的性能，通常可以采用以下几种方法：

采用多种介质分层过滤，对于下向流过滤，常用从上到下的介质层排列为无烟煤、石英砂和粒径层级的鹅卵石，这种过滤形式能增大过滤流速，而且过滤器的效能也会得到有效的提升。在过滤单元前投加化学絮凝剂，水与絮凝剂在流经砂柱缝隙的过程中反复碰撞进行混凝、反应，当生成的絮状体达到一定体积后被截留在砂柱空隙之中，这些被截留的絮状体进一步吸附所流过水中的细小矾花，使水质得到澄清，运行至一定时候，根据进出口压差的变化进行反向的冲洗，或可以配合压缩空气进行气水反冲，可将絮凝污染物排出体外。

» 活性炭吸附

活性炭吸附是利用活性炭的多孔性质，使水中一种或多种有害物质被吸附在固体表面而去除的方法。活性炭吸附对于去除水中有机物、胶体、微生物、余氯、臭味等具有良好的效果。同时由于活性炭具有一定的还原作用，因此对于水中的氧化剂也具有良好的去除作用。

常用活性炭有粉状及粒状活性炭，作为反渗透预处理粒状活性炭较常用。由于活性炭的吸附功能具有一饱和值，当达到饱和吸附容量时，活性炭滤池的吸附功能将大大降低，因此需要注意分析活性炭的吸附能力，及时更换活性炭或通过高压蒸汽进行消毒恢复。但同时活性炭表面吸附的有机物有可能成为细菌繁殖的营养源或温床，因此活性炭滤池内微生物的繁殖问题也值得引起注意。定期的消毒对于控制细菌繁殖是有必要的。

» 盘式过滤

盘式过滤器是由过滤单元并列组合而成，其过滤单元是由一组带沟槽或棱的环状增强塑料滤盘构成。过滤时污水从外侧进入，相邻滤盘上的沟槽棱边形成的轮缘把水中固体物截留下来：反冲洗时水从环状滤盘内部流向外侧，将截留在滤盘上的污物冲洗下来，经排污口排出。盘式过滤器具有处理能力大、运行稳定和易于控制的特点。

目前国内大多用于超滤的预处理，起到超滤的保安作用。

» 微滤 / 超滤

微滤 / 超滤是以压力为驱动力的分离过程，可以去除水中的几乎所有的悬浮物质和一部分溶解有机物质，具体的去除效果根据有机物分子量和超滤膜的截留分子量而定。

微滤 / 超滤作为反渗透 / 纳滤的预处理工艺，不仅出水水质好(SDI值一般可控制在3以下)，而且可以大大提高系统运行的稳定性，降低反渗透 / 纳滤化学清洗的频率。

» 保安过滤

为了防止预处理中未能完全去除或新产生的悬浮颗粒进入反渗透 / 纳滤系统，保护高压泵和反渗透 / 纳滤膜，通常在

反渗透 / 纳滤进水前设置滤芯式保安过滤器。一般采用孔径小于10 μm , 根据实际设计情况可设计为5 μm 或更低。

滤芯材料主要有烧结滤管、熔喷式纤维滤芯和蜂房滤芯等。

滤芯一般采用聚丙烯为原料, 经过加热熔融, 喷射、牵引、接收成型而制成, 以聚丙烯为原材料的PP滤芯较为常用。蜂房滤芯是由纺织纤维粗纱精密缠绕在多孔骨架上, 聚丙烯线绕蜂房式滤芯较常用。

保安过滤器的进出水应设置压力表, 当运行时进出水压差达到极限值时, 应及时更换滤芯。

7-5 常见水源预处理系统

»» 地表水

地表水中通常成分比较复杂, 尤其是悬浮物、胶体物质、有机物、微生物等含量较多。此类水源的预处理系统通常的处理工艺为:

原水中悬浮物SS含量 > 70mg/L, 预处理通常采用混凝、澄清、直接过滤;

原水中悬浮物SS含量 < 70mg/L, 预处理通常采用混凝过滤;

原水中悬浮物SS含量 < 10mg/L, 预处理通常采用直接过滤;

»» 地下水

地下水一般硬度、碱度较高、胶体、悬浮物含量较少, 色度、浊度较低, 但此类水源中可能会存在亚铁离子、锰离子、硅酸化合物等。

此类水源的预处理系统常规的处理工艺为:

原水中含铁量 < 0.3mg/L 情况下, 预处理通常为直接过滤 + 混凝;

原水中含铁量 > 0.3mg/L 情况下, 预处理通常为曝气或氧化, 将亚铁离子氧化为铁离子, 然后混凝过滤;

原水的 HCO_3^- 含量较多, 可通过加酸脱除 CO_2 , 并添加阻垢剂, 防止微溶盐在膜表面结垢;

原水中硅的含量在20mg/L 以上时, 必须考虑去除措施, 可以通过添加分散剂、调节pH与温度等方法防止硅垢。

»» 回用水

回用水一般COD、BOD、胶体、悬浮物较高, 有时候碱度和硬度也比较高, 水质一般比较复杂, 一般根据回用水的类型选择相应的处理工艺。

对COD、BOD较高的中水回用水, 进反渗透 / 纳滤前需要进对COD 步去除水中的有机物, 一般常用曝气生物滤池、活性炭过滤、超滤等处理工艺。

对胶体、悬浮物较高的回用水, 一般常用混凝、澄清、直接过滤等处理工艺;

回用水由于水质复杂, 对膜潜在的污染因素比较多, 如果没有类似水质运行经验的情况下, 有条件的客户建议先进行中试或小试。

» 海水

海水中含盐量较高，且变化较大，拥有较多悬浮物、有机物、微生物、胶体等物质，且浊度、色度较大。

通常选择的预处理系统处理工艺为：

加氯或次氯酸钠杀菌 灭藻；

混凝、澄清、过滤去除悬浮物与胶体物质；

加酸和阻垢剂防止碳酸盐和硫酸盐在膜表面结垢；

当原水中含有较多的有机物、微生物时，通常采用加氯，混凝、澄清、过滤、活性炭吸附过滤。

7-6 难溶盐预防结垢

无机盐结垢是反渗透 / 纳滤膜元件最常见的污染类型。自然界的大多数水体都含有饱和难溶盐类，如碳酸钙等，如果不经处理直接进入膜元件，在反渗透 / 纳滤浓缩作用下，饱和盐类将达到过饱和浓度，形成晶体在膜表面沉淀下来产生污染。

针对碳酸钙结垢，可以采用LSI指数和S&DSI指数来表示其结垢倾向。对于含盐量小于10000ppm的浓水，朗格利尔指数LSI作为表示CaCO₃结垢倾向的指标；对含盐量大于10000ppm的浓水，用史蒂夫和大卫饱和指数S&DSI表示CaCO₃结垢倾向的指标。

计算公式： $LSI = pH_c - pH_s$ $TDS \leq 10000ppm$ $S\&DSI = pH_c - pH_s$ $TDS > 10000ppm$

pH_c指浓水pH值, pH_s指CaCO₃饱和时的pH值。

当LSI或者S&DSI ≥ 0时就会出现CaCO₃结垢。除非在膜系统中添加阻垢剂，否则必须保证LSI指数和S&DSI指数为负值。

对硫酸盐结垢，包括硫酸钙、硫酸钡、硫酸锶等难溶物质的预防结垢通常采用软化或加阻垢剂处理或者降低系统回收率。

» 难溶电解质溶度积常数

化合物	分子式	K _{sp}	-Log K _{sp}	温度°C
氢氧化铝	Al(OH) ₃	3X10 ⁻³⁴	33.5	25
磷酸铝	AlPO ₄	9.84x10 ⁻²¹	20	25
碳酸钡	BaCO ₃	2.58x10 ⁻⁹	8.6	25
硫酸钡	BaSO ₃	1.1x10 ⁻¹⁰	10	25
碳酸钙	CaCO ₃	方解石3.36x10 ⁻⁹ / 6x10 ⁻⁹	8.5/8.2	25
氟化钙	CaF	3.45x10 ⁻¹¹	10.5	25
磷酸钙	Ca ₃ (PO ₄) ₂	2.07x10 ⁻³³	32.7	25
硫酸钙	CaSO ₄	4.93x10 ⁻⁵	4.3	25
氢氧化亚铁	Fe(OH) ₂	4.87x10 ⁻¹⁷	16.3	25
硫化亚铁	FeS	8x10 ⁻¹⁹	18.1	25

氢氧化铁	Fe(OH) ₃	2.79x10 ⁻³⁹	38.6	25
水合磷酸铁	FePO ₄ ·2H ₂ O	9.91x10 ⁻¹⁶	15	25
碳酸铝	PbCO ₃	7.4x10 ⁻¹⁴	13.1	25
氟化铝	PbF ₂	3.3x10 ⁻⁸	7.5	25
硫酸铅	PbSO ₄	2.53x10 ⁻⁸	7.6	25
氨化磷酸镁	MgNH ₄ PO ₄	2.5x10 ⁻¹³	12.6	25
碳酸镁	MgCO ₃	2.6x10 ⁻⁵ /6.82x10 ⁻⁶	4.56/5.17	12/25
氟化镁	MgF ₂	7.1x10 ⁻⁹ /5.16x10 ⁻¹¹	8.15/10.3	18/25
氢氧化镁	Mg(OH) ₂	1.2x10 ⁻¹¹ /5.61x10 ⁻¹²	10.9/11.25	18/25
磷酸镁	Mg ₃ (PO ₄) ₂	1.04 x10 ⁻²⁴	24	25
氢氧化锰	Mn(OH) ₂	4x10 ⁻¹⁴ /2x10 ⁻¹³	13.4/12.7	18/25
碳酸锶	SrCO ₃	5.6x10 ⁻¹⁰	9.25	25
硫酸锶	SrSO ₄	3.8x10 ⁻⁷	6.42	17.4
碳酸锌	ZnCO ₃	1.43x10 ⁻¹⁰	9.84	25

»» 投加阻垢剂

向原水中投加阻垢剂是常用的阻垢方法，它可以有效控制硫酸盐、碳酸盐和氯化钙等垢类形成。

现市场上正规厂商所供RO专用阻垢剂多为有机酸盐类和聚丙烯酸盐类阻垢剂，阻垢效果较好。有的厂商报道过对于Si类的阻垢容许进水SiO₂可达50mg/L以上。可以根据阻垢剂厂商提供的设计软件进行添加量及其阻垢效果的计算。

有机阻垢剂有可能与预处理所使用的用于凝聚的阳离子聚电解质或多价阳离子(如Fe、Al)产生沉淀，造成污染，所以要避免过量使用。

当加入阴离子阻垢剂时，要避免在预处理中加入或过量加入阳离子型聚合物，以阻止产生沉淀。

»» 加酸

大多数水中都存在CaCO₃结垢趋势，对于苦咸水采用拉格朗日饱和指数(LSI)来判断，对于海水史蒂夫戴维斯稳定指数(S&DSI)判断。加酸可以去除水体中的CO₃²⁻与HCO₃⁻，酸对于控制碳酸钙结垢非常有效。一般使用盐酸及硫酸，但是使用硫酸时会加剧硫酸盐结垢。当不使用阻垢剂，仅采用加酸防止碳酸钙结垢时必须保证LSI为负。实际工程应用中，多采用加酸与阻垢剂相结合的方法来阻止垢类的产生。

»» 钠离子软化

用钠离子交换树脂软化Ca²⁺、Ba²⁺、Sr²⁺，适用于中小型的苦咸水处理，不适用于海水淡化系统。树脂饱和后需要用NaCl再生除去Ca²⁺、Ba²⁺、Sr²⁺，这样的处理不改变进水pH值。但是原水中的CO₂能够通过RO膜造成产品水电导率升

高，在软化后投加NaOH使CO₂转化为能够被膜去除的碳酸盐可以降低产品水电导率。采用强阳离子交换树脂软化，可以避免碳酸盐垢和硫酸盐垢。但是再生消耗NaCl，存在环境污染问题。另外，采用传统的离子交换软化来脱除水体中的Sr、Ba、Si、Ca、Mg等，但对大水量的水处理系统不经济。

» 弱酸阳树脂脱除碱度

采用弱酸阳树脂使Ca²⁺、Ba²⁺、Sr²⁺的碳酸氢盐（暂时硬度）被H⁺交换除去，此法只能实现部分软化，适用于高碳酸盐的原水，化学式为： $\text{HCO}_3 + \text{H} = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

为了提高脱盐率可以对原水或者RO产水进行脱气处理。弱酸阳树脂脱碱度存在残余硬度问题，而且出水pH值变化范围大，影响膜系统的脱盐效果。

» 石灰软化法

石灰软化法通过投加氢氧化钙Ca(OH)₂降低硬度，它还可以降低Si的浓度。采用石灰软化法也可以降低Ba、Sr及部分有机物。

» 运行条件的优化

高回收率预示高结垢风险性。由于原水不断被浓缩，浓差极化越来越严重，降低系统回收率，保证浓水中难溶盐浓度低于溶度积，避免垢类沉淀的产生。如对于超值的Sr、Ba、Si类难溶盐，降低RO系统回收率，避免浓水超过溶度积。另外温度及pH值影响溶解度，比如提高温度和pH值可以增加Si的溶解度。但要注意的是高pH值容易发生碳酸钙(CaCO₃)沉淀的产生。

»» 08 系统设计

8-1 膜元件设计导则

设计导则是根据不同类型的水源中大量工程项目设计及运行数据总结出的经验数值，依照此导则设计的系统其运行周期更长、清洗频率更低。注意本导则是设计系统的一种参考，不能作为承诺的质保。

»» 对应各种给水类型的膜元件进出水流量范围

给水类型		RO产水	自来水	地下水 (软化)	地表水		废水	
					MF/UF	常规处理	MF/UF	常规处理
给水SDI		<1	<3	<3	<3	<5	<3	<5
元件最大回收率%		30	20	19	17	15	13	10
平均 通量	GFD	21-25	16-20	14-20	13-18	12-16	8-13	7-12
	L/m ² h	36-43	27-34	24-34	22-28	20-27	13-21	11-20
最大产 水流量 gpd (m ³ /d)	4040膜元件	2400 (9.1)	2000 (7.6)	2000 (7.6)	1600 (6.1)	1500 (5.7)	1400 (5.3)	1200 (4.5)
	8040膜元件 (400ft ²)	11000 (42)	9100 (34)	9100 (34)	7900 (30)	7200 (27)	6400 (24)	5700 (22)
	8040膜元件 (440ft ²)	12000 (45)	10000 (38)	10000 (38)	8700 (33)	7900 (30)	7100 (27)	6300 (24)
最小浓 水流量 gpd (m ³ /d)	4040膜元件	2 (0.5)	3 (0.7)	3 (0.7)	3 (0.7)	3 (0.7)	4 (0.9)	5 (1.1)
	8040膜元件 (400ft ²)	10 (2.3)	13 (3.0)	13 (3.0)	13 (3.0)	15 (3.4)	18 (4.1)	20 (4.6)
	8040膜元件 (440ft ²)	10 (2.3)	13 (3.0)	13 (3.0)	13 (3.0)	15 (3.4)	18 (4.1)	20 (4.6)
最大给 水流量 gpd (m ³ /d)	4040膜元件	16 (3.6)						
	8040膜元件 (400ft ²)	75 (17)	75 (17)	75 (17)	73 (16.6)	67 (15)	61 (14)	61 (14)
	8040膜元件 (440ft ²)	75 (17)	75 (17)	75 (17)	73 (16.6)	67 (15)	61 (14)	61 (14)

8-2 膜系统设计步骤

»» 考虑进水水源、水质，进水和产水流量以及所需的产水水质

膜系统的设计取决于将要处理的原水和处理后产水用途，因此必须首先详细收集系统设计资料及原水分析报告。

»» 选择系统排列和级数

常规的水处理系统排列结构为进水一次通过式，而在较小的系统中常采用浓水循环排列结构，例如多数的商用水处理系统；所需元件数量较少的有一定规模的系统，采用进水一次通过式难以达到足够的系统回收率时，也采用浓水循环排列结构；在特殊应用领域如工艺物料浓缩和废水处理，通常采用浓水循环排列系统。

RO/NF系统通常采用连续运行方式，系统中的每一支膜元件的运行条件不随时间变化，但在某些应用情况下，如废水处理或工艺物料的浓缩或当供水量小较小且供水不连续时，选用分批处理操作系统，此时，进水收集在原水箱中，然后进行循环处理，部分批处理操作是分批处理操作的改良，在操作运行过程期间，不断向原水箱注入原水。

多级处理（两级）系统是两个传统RO/NF系统的组合工艺，第一级的产水作为第二级的进水，每一级既可以是单段式或也可以是多段式，既可以是原水一次通过式也可以是浓水再循环式。制药和医药用水的生产常选用产水多级处理工艺。若想取代第二级膜系统，可以考虑采用离子交换工艺。

»» 膜元件的选择

根据进水含盐量、进水污染可能、所需系统脱盐率、产水量和能耗要求来选择膜元件，当系统产水量 <3 吨/小时则选择4040膜元件，系统产水量 ≥ 3 吨/小时则选择8040膜元件。

»» 膜平均通量的确定

平均通量设计值 f (gfd或 $L/m^2 h$)的选择可以基于现场试验数据，以往的经验或参照设计导则所推荐的典型设计通量值选取。

»» 计算所需的元件数量

将产水量设计值除以设计通量，再除以所选元件的膜面积，就可以得出元件数量。

»» 计算所需的压力容器数

将膜元件数量 NE 除以每支压力容器可安装的元件数量，就可以得出圆整到整数的压力容器的数量 NV 。对于大型系统，常常选用6~7芯装的压力容器，对于小型或紧凑型的系统，选择较短的压力容器。

»» 段数的确定

由多少支压力容器串联在一起就决定了段数，而每一段都有一定数量的压力容器并联组成，段的数量是系统设计回收率、每一支压力容器所含元件数量和进水水质的函数。系统回收率越高，进水水质越差，系统就应该越长，

即串联的元件就应该越多。例如，第一段使用4支6元件外壳，第二段使用2支6元件外壳的系统，就有12支元件相串联；一般地，串联元件数量与系统回收率和段数有如下关系：

串联元件数量	系统最高回收率	串联元件数量	系统最高回收率
1	15-20%	5	43-52%
2	28-33%	6	50-60%
3	38-43%	12	70-80%
4	43-48%	18	85-90%

» 确定排列比

相邻段压力容器的数量之比称为排列比，例如第一段为6支压力容器，第二段为3支压力容器所组成的系统，排列比为6:3。当采用常规6元件外壳时，相邻两段之间的排列比通常接近2:1，如果采用较短的压力容器时，应该降低排列比。

»» 09 安装与运行维护

9-1 膜元件的安装与拆卸

膜元件安装前准备事项

- 装卸膜元件前准备系列物品：润滑的甘油、防护眼镜、操作平台、防水橡胶靴、橡胶手套、干净的布；
- 用于记录膜元件位置、调试及运行数据的表格；
- 仔细检查上游进水管路并从中除去所有的灰尘、油脂、金属碎屑等，如有必要，应对进水管路和反渗透压力容器进行清洗，保证所有的异物均被有效除去。
- 拆下压力容器的端板和止推环，检查压力容器内洁净程度，如有灰尘和沉积物，用洁净布来回拖洗干净。

膜元件安装

- 从包装箱内小心取出第一支膜元件，记录膜元件编号，检查元件上的Y型圈（盐水密封圈）位置和方向是否正确（V型圈开口方向必须面向进水方向），用甘油少量涂抹第一支膜两端中心管内壁；
- 必须从压力容器进水端安装膜元件，将第一支膜元件不带Y型圈的一端平行推入压力容器，直到膜元件露在压力容器外面约1/5长(20cm)，用甘油少量涂抹Y型圈和连接器上的'O'型圈，将连接器插入第一支膜元件的中心管内；
- 取出第二支膜元件，检查Y型圈位置和方向，用甘油少量涂抹第二支膜两端中心管内壁，固定第一支膜元件防止其被推入压力容器，将第二支膜元件平行托起，让第一支膜元件中心管内的连接器的另一端插入第二支膜元件的中心管内，此时应保持平行不得使连接器承受膜元件的重量，将第二支膜元件推入压力容器直到其露在压力容器外面约1/5长(20cm)，用甘油少量涂抹Y型圈和连接器上的'O'型圈，将连接器插入第二支膜元件的中心管内；
- 重复上一步操作直到所有膜元件装入压力容器内，注意最后一支膜元件不需要再插入中心管连接器；
- 转移到压力容器出水端，安装止推环，安装压力容器出水端端板密封组合件；
- 转移至压力容器进水端，将膜元件完全推入压力容器，使出水端的端板密封组合件与第一支膜元件紧密接触，然后安装压力容器进水端端板密封组合件；
- 重复以上步骤，安装其它压力容器；
- 所有压力容器内膜元件安装完成后，安装外部的进水、浓水、纯水管路。

膜元件拆卸

- 首先拆掉压力容器两端的外接管路，拆掉压力容器两端的端板密封组合件，将所有拆下的部件编号并按次序放好。
- 从压力容器进水端逐一推出膜元件，每次仅允许推出一支元件，当元件被推出压力容器时应及时接住该元件且应使膜元件水平，防止中心管连接器损坏受重力造成破坏，可以适当旋转膜元件使膜元件与中心管连接器分离。

9-2 系统首次启动

»» 首次启动检查

- 所有管路、设备及连接件应符合设计压力；
- 保安过滤器内已经安装了清洁的滤芯；
- 预处理设备已反冲洗及冲洗干净，保证出水达到设计要求，其中SDI<5、浊度<1 NTU、余氯<0.1ppm、温度<45°C、pH=3~10。
- 调整高压泵出水阀或旁通调节阀开度，控制膜系统进水流量小于操作运行进水量的50%；
- 各加药箱内药品及其浓度准确可靠，各药品添加装置的设置和运行状态正确，正确设定了联锁及报警装置；
- 所有的仪表都安装正确并进行了校正；
- 安装了压力安全泄放阀，设定正确，采取了措施保证产品水压力不会超过进水或浓水压力0.3bar(5psi)；
- 高压和低压保护装置的设置正确；
- 在预处理时使用了氧化剂杀菌时，保证这些氧化剂在进入反渗透 / 纳滤主机前被完全去除；
- 检查用于膜系统的自控电气元件是否工作正常。

»» 首次启动步骤

按照正确的开机顺序操作，才能保证系统操作参数达到设计参数，系统产水水质和产水量达到设计目标，同时防止因超极限的进水流量和压力或水锤对膜的损坏。

- 系统开机启动前，在确保原水不会进入元件内的前提下，按开机前检查事项的内容逐项检查，彻底冲洗原水处理部分，冲掉杂质和其它污染物，防止进入高压泵和膜元件，特别应该检测预处理出水SDI15值是否合格，进水不含余氯等氧化剂；
- 检查所有阀门并保证所有设置正确，系统产水排放阀、进水控制阀和浓水控制阀必须完全打开；
- 用低压、低流量合格预处理出水排走膜元件内和压力容器内的空气，冲洗压力为0.2~0.4MPa (30~60psi)，每支4英寸压力容器冲洗流量为0.6~3.0m³/h，每支8英寸压力容器冲洗流量为2.4~12.0 m³/h，冲洗过程中的所有产水和浓水均应排放至下水道；
- 在冲洗操作中，检查所有阀门和管道连接处是否有渗漏点，紧固或修补漏水点；
- 安装了湿膜的系统至少冲洗30分钟之后关闭膜进水控制阀。安装了干膜的系统，应连续低压冲洗6小时以上或先冲洗1~2小时，浸泡过夜后再冲洗1小时左右。在低压低流量冲洗期间，不允许在预处理部分投加阻垢剂；
- 启动高压泵。缓慢调节高压泵旁通控制阀，逐步增加反渗透 / 纳滤压力容器进水流量；同时缓慢关闭浓水控制阀，升高压力，直到系统回收率和产水量达到设计值；其中升压过程的时间不小于30~60秒，进水流量增加的时间不小于20~30秒；检查系统运行压力和膜元件压力降是否超过极限值；
- 检查系统内各种药品的投加量是否与设计值一致；
- 测定反渗透 / 纳滤进水、每支压力容器及总产水的电导，对各并联压力容器的产水电导进行对比，判断是否存在

膜元件、连接器和压力容器密封圈的泄漏或其它故障。测定浓水PH值、电导、钙硬度、碱度等计算出浓水LSI和S&DSI指数，并判断在此运行条件下反渗透 / 纳滤系统有无CaCO₃污垢形成；

- 让系统连续运行1小时。一旦产水合格后，先打开合格产水输送阀然后关闭产水排放阀，向后续设备供水。
- 记录第一组所有运行参数；
- 在连续操作24~48小时后，查看所有记录的系统性能数据，包括进水压力、压差、温度、流量、回收率及电导率。同时对进水、浓水和总系统产水取样并分析其离子组成。此时的系统运行参数作为系统性能的基准；
- 比较设计参数与系统实际性能参数；新投入使用的反渗透 / 纳滤膜元件从初始性能过渡到稳定状态需要一定的时间，其中湿膜元件在连续运行10小时之后达到稳定的性能，而干膜元件则连续运行5天后才能达到稳定的性能。

9-3 系统停机及注意事项

当停运膜系统时，必须用预处理合格的给水或产水冲洗整个膜系统，以便将高含盐量的浓水从压力容器和膜元件内置换掉，直到浓水出水电导接近进水电导，冲洗应在约3.0bar (43.5psi)低压下进行，高流量有利于提高冲洗效果，但不应使元件或压力容器两端的压差超过最高规定值。

低压冲洗进水中不应含有用于预处理的化学药品，也不能含有阻垢剂，冲洗结束之后完全关闭进水阀。反渗透 / 纳滤系统应该完全充满水，建议将浓水排放管道设置成倒U型，倒U型管道顶部高于最高直压力容器，并设置虹吸破坏装置。

产水管道如果高于水箱水位，同样应设置防止虹吸破坏装置。

当系统必须停运48小时以上时，必须注意防止膜元件干燥，元件干燥后会出现产水量的不可逆下降。采用适宜的保护措施防止微生物滋生或每24小时进行定期冲洗。

9-4 系统日常维护

膜系统一旦开始投运，理论上讲应以稳定的操作条件连续地操作下去，而事实上，必须经常性的启动和停止膜系统的运行，每一次的启动和停止，都牵涉到系统压力与流量的突变，对膜元件产生机械应力。因此，应尽量减少系统设备的启动和停止的次数，正常的启动、停止过程也应该越平稳越好，启动的方法原则上应与首次投运的步骤相同。

»» 预处理运行记录

常规预处理运行记录包含以下内容，每班至少一次。

- 所有过滤器的压降，用于判断是否反洗、正洗、气洗；
- 进水压力、余氯浓度、pH值、温度、微生物；
- 过滤器反洗、正洗、气洗时间记录；
- 出水SDI值、余氯、浊度PH值、微生物；
- 化学品的消耗量（如絮凝剂、助凝剂、酸等）；
- 任何故障或停机等。

»» 膜系统运行记录

常规膜系统运行记录包含以下内容，每班至少一次。

- 操作日期、时间及系统运转时数；
- 保安过滤器与每一段压力容器（膜组件）前后的压降；
- 每一段进水、产水与浓水压力；
- 每一段产水与浓水流量；
- 每一段进水、产水与浓水的电导度，每周测量一次每支压力容器的产水电导率；
- 每一段进水、产水与浓水的含盐量TDS；
- 进水、产水与浓水的pH值；
- 进水的SDI和浊度值；
- 进水水温；
- 当浓水TDS小于10,000mg/L时，最后一段浓水的朗格利尔饱和指数LSI值，或当浓水TDS大于10,000mg/L时，最后一段浓水的斯迪文 - 大卫稳定指数S&DSI 值；
- 周期性作仪表的校正，每三个月至少一次。

10 膜系统化学清洗

进水中存在的悬浮物、胶体、有机物、微生物以及浓缩后沉淀析出的盐等都会对膜元件产生污染。反渗透 / 纳滤系统的预处理可除去这些污染物，减少对膜的污染，延长系统运行的时间。但是由于预处理不能完全去除水中的上述污染物，所以经过一段时间的运行后便会产生膜元件污染，造成系统的性能下降。

膜系统的性能下降主要表现为：产水量下降，脱盐率降低（电导升高），进水与浓水之间的压差增加。

10-1 化学清洗条件

正常操作过程中，反渗透 / 纳滤元件内的膜片会受到无机盐垢、微生物、胶体颗粒和不溶性的有机物质的污染，导致标准产水流量和系统脱盐率分别下降或同时恶化。

当下列情况出现时，需要清洗膜元件：

- 标准产水量降低10%以上
- 进水和浓水之间的标准压差上升了15%
- 标准透盐率增加5%以上达到化学清洗条件后必须及时进行化学清洗，一般情况下清洗后都能基本恢复初始性能；但若不及时清洗将会造成膜系统的深度污染，导致化学清洗效果甚微，则很难恢复系统较好的性能。

10-2 化学清洗步骤

»» 配制清洗液

用反渗透产品水配制清洗液，准确称量药剂在清洗箱中混合均匀，检查清洗液的pH值、温度及药剂含量等条件是否符合要求。

»» 低压低流量输入清洗液并循环

以尽可能低的清洗液压力置换元件内的原水，其压力仅需达到足以补充进水至浓水的压力损失即可，刚开始的回水排掉，防止清洗液被稀释。让清洗液在管路中循环5~10分钟。观察回流液的浊度和pH值，若明显变浊或者pH值变化超过0.5，可加入适量药剂或重新配制清洗液再进行上述操作。

清洗pH值和温度极限

膜元件型号	最高温度45℃	最高温度35℃	最高温度25℃
普通苦咸水、FR、XFR、LE、XLE、FRLE、HR、SW系列	1-10.5	1-12	1-13
UC NF90、UC NF150、UC NF280、UC NF500系列	3-10	1-11	1-12

»» 循环

停止清洗泵循环，防止清洗液流出压力容器，可关闭清洗液进水阀、清洗液浓水回流阀、清洗液产水回流

阀。视组件污染情况，膜组件全部浸泡在清洗液中1小时左右或更长时间(10~15小时或过夜)。期间可以间歇的开启循环泵保持恒定的清洗液温度(25~30℃)。

» 高流量水泵循环

按下表所列的流量循环30~60分钟。高流量能冲洗掉被清洗液清洗下来的污染物。如果污染严重，可采用高于下表所规定的50%的流量，提高清洗效果。

膜元件推荐的正常清洗流量

膜元件直径(in)	每支压力容器的流量gpd (m ³ /h)
4	10(2.3)
8	40(9.1)

» 冲洗

先用产品水冲洗系统约5分钟，然后用预处理合格产水冲洗系统20~30分钟，为防止沉淀，最低冲洗温度为20℃,将清洗液完全冲出无残留。

10-3 膜系统污染后的症状及清洗剂的选择

» 膜系统污染后的症状

• 无机盐结垢污染后的症状

首先膜系统二段产水电导异常（电导升高），产水量出现较大的降低，压力逐步变大，二段的压差也逐步变大。最显著的症状是产水量降低比较明显。

膜系统中最常见的是碳酸钙、硫酸钙结垢；对于膜系统几小时或几天内产水量出现大幅下降的情况，多数属于此类污染。

无机盐结垢通常是由于过高的回收率、阻垢剂投加量不足、离子交换软化树脂未及时再生等原因造成。

• 胶体污染的症状

膜系统进水中的胶体包括淤泥、无机胶体、胶体硅及部分有机物等，通常采用絮凝过滤、活性炭吸附等方式去除。

胶体污染首先出现在膜系统第一段，产水量逐渐下降，压差逐渐变大，产水电导轻微上升；胶体污染最主要的症状是产水量及压差缓慢变化。

• 有机物污染的症状

有机物污染的主要症状是产水量大幅下降，脱盐率基本不变。

• 微生物污染的症状

微生物污染通常出现在反渗透 / 纳滤系统停机期间, 以及以地表水、中水 (三级废水)、海水等为进水水源的反渗透 / 纳滤系统中, 发生微生物污染时通常还会伴有有机物污染。

污染出现在所有段, 一段、二段压差迅速增加, 产水量下降, 产水电导基本不变; 最主要的症状是压差迅速增加。

• 金属化合物的污染

金属化合物污染主要是金属氧化物、金属氢氧化物等, 尤其以铁污染为主。其症状是产水量和脱盐率下降, 膜元件压差增大。

»» 膜系统污染后的症状

膜系统污染后清洗剂的选择

污染物	首选化学清洗剂	清洗条件	备选化学清洗液
无机盐垢 (如CaCO ₃)	0.2%HCl溶液	pH值: 1-2 温度 < 38°C	(1) 2.0%柠檬酸 (最好浸泡过夜) (2) 1.0%Na ₂ S ₂ O ₄ (3) 0.5%磷酸
硫酸盐垢 (CaSO ₄ , BaSO ₄)	0.1%(W) NaOH或 1.0%(W)Na ₄ EDTA	pH值: 11-12 温度 < 30°	SHMP浓度1%
金属氧化物 (如铁、铝等)	1.0%Na ₂ S ₂ O ₄ 溶液	温度 < 35°C	(1) 0.5%磷酸 (2) 2.0%柠檬酸
无机胶体 (如淤泥)	0.1%NaOH溶液 + 0.025%Na-SDS	pH值: 11-12	温度 < 30°
硅垢	0.1%NaOH溶液 + 0.025%Na-SDS	pH值: 11-12 温度 < 30°C	0.1%NaOH溶液 + 1.0%Na ₄ EDTA溶液
微生物	0.1%NaOH溶液 + 0.025%Na-SDS	pH值: 11-12 温度 < 30°C	0.1%NaOH溶液 + 1.0%Na ₄ EDTA溶液
有机物	0.1%NaOH溶液 + 0.025%Na-SDS 通常作为第一步清洗	pH值: 11-12 温度 < 30°C	0.2%HCl溶液通常作为碱 清洗后的第二步清洗

注: (W) 表示有效成份的重量百分含量;

SHMP指六聚偏磷酸钠盐;

Na-SDS指十二烷基磺酸钠;

Na₄ EDTA指乙二胺四乙酸四钠。

11 系统故障判断与排除

脱盐率和产水量的下降是反渗透和纳滤系统中最常见的故障。如果脱盐率和产水量较平缓地下降，这就表明系统存在正常的污堵，可以通过恰当和定期地清洗来处理。而决速或突然的性能下降表明系统有缺陷或误操作，必须尽早采取相应的纠正措施，拖延处理可能会对膜元件造成不可恢复的损害。

11-1 系统初始运行（调试）的故障排除

»» 脱盐率低，产水电导高

- 仪器仪表读数误差
- 膜元件连接器或压力容器端板连接适配器密封泄露

安装膜元件过程中，连接器上的O型圈扭伤或脱落，导致高含盐水进入产水中。首先测出每支压力容器的产水电导，若有某个压力容器的产水电导偏高。用“探针法”判断，漏盐点在膜元件连接处，可以重新安装膜元件予以纠正。

- 进水pH值

反渗透 / 纳滤膜比较理想的pH值范围为6~8, 过低或过高的pH值对整个系统的脱盐率都有影响。

- 膜元件本身缺陷

由于膜元件本身存在缺陷，如胶线不密封，会出现单支压力容器产水脱盐率低，产水电导高的现象，再用“探针法”判断漏盐点在膜元件处，须更换有问题的膜元件。

»» 产水量低，压力高

- 仪器仪表读数误差
- 温度

进水温度比初始设计时低，进水温度每降低3°C产水量约降低10%。

- 进水电导（或TDS）偏差

进水电导（或TDS）比设计值高很多，对于NaCl溶液TDS每增加1000ppm则渗透压增加约11.4psi (0.8bar) 相同进水压力下，产水量将降低。

- 产水侧压力

相同进水压力下，由于产水侧设置憋压或者产水管路偏小输送点远、造成阻力较大，导致净压力减少，产水量降低。

- 湿膜元件保存不到位

湿膜元件保存不到位或湿膜元件装入系统后未采取保护措施，使膜元件变干，导致通量大幅衰减或无通量，从而导致系统产水量低。

- 进水含表面活性剂

系统初始运行冲洗时未确认进水水质，用含有阳离子、中性、两性表面活性剂或含有其它与膜不兼容的化学品的进水浸泡冲洗膜元件，致使膜元件通量衰减，导致系统产水量低。

11-2 系统正常运行后故障排除

»» 产水量下降、脱盐率降低

• 胶体污堵

辨别胶体污堵的方法：

- ①测定原水的SDI值；
- ②分析SDI测试膜膜表面的截留物；
- ③检查和分析第一段第一支膜元件端面上的沉积物。

• 金属氧化物污堵

辨别金属氧化物污堵的方法：

- ①观察保安过滤器内截留污染物和第一支膜元件端面、压力容器内壁；
- ②取出第一支膜元件，解剖分析膜表面的金属离子成分。

• 结垢

辨别膜面结垢的方法：

- ①查看系统的浓水侧是否有结垢，压力容器内壁及端板摸起来会较粗糙；
- ②取出最后一支膜元件称重，存在严重结垢的膜元件一般增重明显。

»» 产水量下降、脱盐率升高

• 有机物污染辨别

有机物污染的方法：

- ①分析保安过滤器滤芯上的截留物；
- ②分析进水中的油和有机污染物；
- ③取出第一支膜元件称重，存在有机物污染的膜元件一般增重明显。

• 膜压密

辨别膜压密的方法：解剖膜元件，做膜片分析测试。

»» 产水量正常、脱盐率下降

• O型圈泄漏

辨别O型圈泄漏的方法：用“探针法”判断，漏盐点在膜元件连接处。

• 产水背压

由于产水背压超过允许值造成反渗透 / 纳滤复合膜脱盐层剥离的物理损伤。

辨别产水背压的方法：解剖膜元件，做膜片分析测试。

- 膜表面损伤

系统前端的元件受到水中尖锐颗粒物、结晶体及水锤的共同作用造成膜表面损伤。

辨别产水背压的方法：解剖膜元件，做膜片分析测试。

» 脱盐率下降、产水量升高

- 膜氧化

膜系统进水中余氯或其它氧化性物质超标；清洗消毒时，未严格按照清洗消毒的要求进行，清洗时间或者温度超标导致膜被氧化。

辨别膜氧化的方法：解剖膜元件，做膜片加压染色试验。

- 泄漏

O型圈严重损坏或中心管破裂等将导致进水或浓水渗入产水。

辨别泄漏的方法：拆卸压力容器，取出膜元件逐个检查。

» 压降增加，导致产水量降低或脱盐率降低

- 微生物污染

辨别微生物的方法：

①观察保安过滤器滤芯和膜元件端面，表面有一层黏糊糊的东西并发出腥臭味；

②测试进水COD、BOD含量。

- 结垢

辨别膜面结垢的方法：

①查看系统的浓水侧是否有结垢，压力容器内壁及端板摸起来会较粗糙；

②取出最后一支膜元件称重，存在严重结垢的膜元件一般增重明显。

»» 12 膜元件质量保证

12-1 膜元件三年质量保证

当鼎澈膜科技有限公司（以下简称“卖方”）向买方出售卷式反渗透 / 纳滤元件后，并且鼎澈膜科技有限公司产品的安装、操作和维护符合照卖方建议的设计与操作条件，则卖方就鼎澈膜科技有限公司产品的材料、制造以及性能提供如下三年比例有限保证。

» 材料和制造的有限保证

鼎澈膜科技有限公司保证其生产及销售的反渗透 / 纳滤元件在制造工艺与材料方面是完好的。在买方依据鼎澈膜科技有限公司提供的技术文件正确使用和维护膜元件的条件下，如出现制造工艺及材料方面的质量问题时，鼎澈膜科技有限公司承担产品在装运地交付承运人之日算起十二 (12) 个月的保证义务，鼎澈膜科技有限公司根据本条款检验发现确有缺陷时，由鼎澈膜科技有限公司决定免费修理或更换。

» 三年有限质保期内的性能

依据产品样本规定的测试条件，新的膜产品具有该产品样本中所规定的初始性能。鼎澈膜科技有限公司公司保证三年的膜元件性能，三年的时间以自膜系统投入运行之日起或从膜元件装运发货之日算起六个月（两者以时间条件先到为准）计算，在此期间内，鼎澈膜科技有限公司公司提供如下保证：

• 初始性能

卖方保证，鼎澈膜科技有限公司产品将达到基于卖方规定标准测试条件和鼎澈反渗透 / 纳滤元件规范的最低产水流量和最大透盐率标准。如果鼎澈膜科技有限公司产品没有达到规定的初始性能，请买方把相关缺陷及时通知卖方，卖方在确认性能缺陷后，将进行维修或退还缺陷鼎澈产品的费用，运费也由卖方承担。

• 三年有限质保期内的性能

- (1) 在鼎澈膜科技有限公司《产品性能》规定的测试条件下使用或测量时，盐透过率不超过《产品性能》所规定最小值的2倍。
- (2) 在鼎澈膜科技有限公司《产品性能》规定的测试条件下使用或测量时，平均产水量不低于《产品性能》所规定最小值的70%。

• 如下列任何一种情况买方未满足时，鼎澈膜科技有限公司将不履行上述的三年有限质保责任

- (1) 膜元件的给水浊度 ≤ 1.0 NTU、SDI $15 \leq 5$ 、给水温度 $\leq 45^\circ$
- (2) 膜元件的给水中不应含有可能对膜元件造成物理及化学损伤的有害物质；
- (3) 安装或使用前，膜元件应存放在原真空包装袋内，干式膜元件保存温度 $\leq 45^\circ$ ，湿膜元件保存温度为 $0 \sim 45^\circ\text{C}$ ；
- (4) 正常运行时膜元件给水pH值范围为 $3 \sim 10$ ；清洗期间，膜元件的给水pH值范围为 $2 \sim 12$ ；
- (5) 膜元件给水中不应含有诸如氯气、高锰酸钾及次氯酸根等氧化性物质；
- (6) 膜元件的最高操作压力不超过600psi；
- (7) 任何情况下，对膜元件产生的背压不得超过5psi，同时在系统操作时应避免对膜元件的水锤冲击；
- (8) 在标准条件下系统性能下降10%，或发生了膜污染膜结垢时，应及时按规定程序进行清洗；
- (9) 膜组件排列、仪器仪表配置、回收率等系统构成与设计参数均应保证与合理的工程设计一致；

- (10) 卖方负责向使用者提供合理的系统操作及维护手册，并对操作和管理人员进行相应的培训，确保使用者具有系统清洗和别的系统性能恢复以及故障诊断能力；
- (11) 使用者必须经常系统的记录整个系统及子系统的标准化性能数据，保证数据真实 完整、连续，并将数据、资料存档备查。当依照质保条款向鼎澈膜科技有限公司提出赔偿要求时，这些资料将是鼎澈膜科技有限公司履行性能保证的依据。

12-2 膜元件返修退换程序

返修前必须与鼎澈区域销售经理联系，在取得区域销售经理的认可后进行。

返修退换检测程序可分为两种方式：由鼎澈膜科技有限公司技术人员上门为客户进行检测或客户将膜元件寄回鼎澈膜科技有限公司进行检测。

• 如采取鼎澈膜科技有限公司技术人员上门检测的方式，则：

- (1) 检测后，对于在质保期内确实属于鼎澈膜科技有限公司膜材料及生产工艺造成的问题，则由鼎澈膜科技有限公司负担全部检测费用，客户可获得公司赔偿的符合技术标准的膜元件，运费由鼎澈膜科技有限公司承担；
- (2) 检测后，对于在质保期内非鼎澈膜科技有限公司膜材料及生产工艺造成的问题，则由客户负担全部检测及更换膜元件费用，运费由客户承担；
- (3) 对于超出质保期的膜元件，由客户负担全部检测、更换膜元件费用及运费。

• 如采取客户将膜元件寄回鼎澈膜科技有限公司的方式，则：

- (1) 客户应填写膜元件返修退换登记表并通过电子邮件或传真等方式，将登记表返回鼎澈区域销售经理，经区域销售经理确认后，以传真方式通知客户将膜元件返回。
- (2) 返回膜元件的同时，客户应同时提供如下资料：
 - ①膜元件型号、序列号及购买合同号；
 - ②详细的产品故障描述及相关数据。

12-3 包装与运输

运输前，膜元件应装入密封的塑料袋中，对膜元件进行保护存储，并放在纸箱内避免机械损伤，同时做好防潮、防晒保护工作。

客户应在取得鼎澈膜科技有限公司返修通知后，尽快将膜元件寄出，以避免因存放时间过长引起膜元件性能改变。

附表：UltraClean 膜温度校正系数

温度	温度校正系数								
°C	TCF								
10.0	1.711	14.0	1.475	18.0	1.276	22.0	1.109	26.0	0.971
10.1	1.705	14.1	1.469	18.1	1.272	22.1	1.105	26.1	0.968
10.2	1.698	14.2	1.464	18.2	1.267	22.2	1.101	26.2	0.965
10.3	1.692	14.3	1.459	18.3	1.262	22.3	1.097	26.3	0.962
10.4	1.686	14.4	1.453	18.4	1.258	22.4	1.093	26.4	0.959
10.5	1.679	14.5	1.448	18.5	1.254	22.5	1.090	26.5	0.957
10.6	1.673	14.6	1.443	18.6	1.249	22.6	1.086	26.6	0.954
10.7	1.667	14.7	1.437	18.7	1.245	22.7	1.082	26.7	0.951
10.8	1.660	14.8	1.432	18.8	1.24	22.8	1.078	26.8	0.948
10.9	1.654	14.9	1.427	18.9	1.236	22.9	1.075	26.9	0.945
11.0	1.648	15.0	1.422	19.0	1.232	23.0	1.071	27.0	0.943
11.1	1.642	15.1	1.417	19.1	1.227	23.1	1.067	27.1	0.940
11.2	1.636	15.2	1.411	19.2	1.223	23.2	1.064	27.2	0.937
11.3	1.630	15.3	1.406	19.3	1.219	23.3	1.060	27.3	0.934
11.4	1.624	15.4	1.401	19.4	1.214	23.4	1.056	27.4	0.932
11.5	1.618	15.5	1.396	19.5	1.21	23.5	1.053	27.5	0.929
11.6	1.611	15.6	1.391	19.6	1.206	23.6	1.049	27.6	0.926
11.7	1.605	15.7	1.386	19.7	1.201	23.7	1.045	27.7	0.924
11.8	1.600	15.8	1.381	19.8	1.197	23.8	1.042	27.8	0.921
11.9	1.594	15.9	1.376	19.9	1.193	23.9	1.038	27.9	0.918
12.0	1.588	16.0	1.371	20.0	1.189	24.0	1.035	28.0	0.915
12.1	1.582	16.1	1.366	20.1	1.185	24.1	1.031	28.1	0.913
12.2	1.576	16.2	1.361	20.2	1.18	24.2	1.028	28.2	0.910
12.3	1.57	16.3	1.356	20.3	1.176	24.3	1.024	28.3	0.908
12.4	1.564	16.4	1.351	20.4	1.172	24.4	1.021	28.4	0.905
12.5	1.558	16.5	1.347	20.5	1.168	24.5	1.017	28.5	0.902
12.6	1.553	16.6	1.342	20.6	1.164	24.6	1.014	28.6	0.900
12.7	1.547	16.7	1.337	20.7	1.16	24.7	1.01	28.7	0.897
12.8	1.541	16.8	1.332	20.8	1.156	24.8	1.007	28.8	0.894
12.9	1.536	16.9	1.327	20.9	1.152	24.9	1.003	29.9	0.892
13.0	1.53	17.0	1.323	21.0	1.148	25.0	1.000	29.0	0.889
13.1	1.524	17.1	1.318	21.1	1.144	25.1	0.997	29.1	0.887
13.2	1.519	17.2	1.313	21.2	1.140	25.2	0.994	29.2	0.884
13.3	1.513	17.3	1.308	21.3	1.136	25.3	0.991	29.3	0.882
13.4	1.508	17.4	1.304	21.4	1.132	25.4	0.988	29.4	0.879
13.5	1.502	17.5	1.299	21.5	1.128	25.5	0.985	29.5	0.877
13.6	1.496	17.6	1.294	21.6	1.124	25.6	0.982	29.6	0.874
13.7	1.491	17.7	1.29	21.7	1.12	25.7	0.979	29.7	0.871
13.8	1.486	17.8	1.285	21.8	1.116	25.8	0.977	29.8	0.869
13.9	1.48	17.9	1.281	21.9	1.112	25.9	0.974	29.9	0.866



鼎澈膜科技有限公司
UltraClean Membrane Co., Ltd.



400-900-2021



江苏省苏州市相城区南天成路8号天成大厦14楼



www.ucmembrane.com



info@ucmembrane.com



敬请关注鼎澈