

## 公司简介

北京时代沃顿科技有限公司主要从事反渗透膜元件的研发、制造和服务，拥有膜片制造的核心技术和规模化生产能力，是国内最大的复合反渗透膜专业化生产企业，也是拥有强大技术支持的系统设计与应用服务的提供商。

公司前身——汇通源泉环境科技有限公司成立于2000年12月，是中国南车集团南方汇通股份有限公司的控股子公司。2006年8月，南方汇通、株洲电力机车研究所以及自然人股东共同出资完成了对汇通源泉公司的并购，成立“贵阳时代汇通膜科技有限公司”。为了进一步加快膜项目的产业化、规模化和专业化，充分利用北京和贵阳两地的资源优势，于2007年1月成立了“北京时代沃顿科技有限公司”，在北京建立了研发中心和营销中心；同年，北京时代沃顿科技有限公司完成了对贵阳时代汇通膜科技有限公司的控股收购。

2001年，公司从美国引进反渗透膜全流程生产线和工艺技术，通过消化、吸收和创新，研发制造的工业通用膜元件、海水淡化膜元件、抗污染膜元件、抗氧化膜元件和家用膜元件等，其质量和技术水平位居全球前列，已经广泛应用于饮用纯水、食品饮料、医疗制药、市政供水处理、工业用高纯水、锅炉补给水、海水淡化、电子行业超纯水、废水处理与回用及物料浓缩提纯等行业。公司已经成为全球第二家拥有干式膜元件规模化生产能力的制造商；同时，具有自主知识产权和领先技术优势的抗氧化膜与抗污染膜的研发成功，不仅在废水处理领域得到很好应用，更攻克了长期以来反渗透膜的应用难题——有机和生物污染领域，使得产品在药物提纯、无菌饮用水等食品及卫生领域得到广泛推广与应用。

公司先后承担了国家863、国家火炬计划和国家新产品计划等多项国家及省部级项目。2007年，共申请耐氧化复合反渗透膜、激光热融设备等11项国家专利。其研发团队中，博士、硕士学历的科研人员比例达到80%，搭建了设计研发、工艺控制、检测试验、应用研究四个专业化基础平台，为未来高速发展完成了充足的技术储备。

目前公司已完成了6个系列50多个规格品种的复合反渗透膜产品的开发，全系列膜产品采用最先进的低污染技术，其产品品质已达到国际先进水平。公司旗下的VONTRON反渗透膜产品已通过美国NSF认证，广泛应用于海水淡化、饮用水纯化、污水净化、浓缩提纯等领域，并远销意大利、西班牙、德国、土耳其、韩国、日本、越南、马来西亚、泰国、新加坡、巴西等国家，同时还在这些地区拥有自己的代理经销商和固定客户群。

公司奉行“超越自我，追求无限”的企业精神，一如既往，不断推陈出新，致力打造环保科技时代精品。

# 目录

北京时代沃顿科技有限公司简介	1
目录	2
<b>第一章 VONTRON™反渗透膜介绍</b>	<b>5</b>
■ 1-1 主要膜产品系列	5
■ 1-2 VONTRON™膜元件命名及编号规则	6
■ 1-3 VONTRON™性能简表及选型指南	8
◆ 1-3.1 工业用膜元件性能简表	8
◆ 1-3.2 家用膜及异型膜元件性能简表	9
◆ 1-3.3 膜元件选型指南	9
■ 1-4 VONTRON™全系列干式膜元件	10
◆ 1-4.1 干式膜元件与湿式膜元件的对比	10
◆ 1-4.2 干式膜元件的使用注意事项	11
<b>第二章 VONTRON™反渗透膜产品通用技术条件</b>	<b>12</b>
■ 2-1 VONTRON™家用膜元件	12
■ 2.2 VONTRON™商业用膜元件	14
◆ 2-2.1 LP系列膜元件	14
◆ 2-2.2 ULP系列膜元件	17
◆ 2-2.3 XLP系列膜元件	20
■ 2.3 VONTRON™海水淡化膜元件	22
■ 2.4 VONTRON™抗污染膜元件	25
■ 2.5 VONTRON™抗氧化膜元件	28
<b>第三章 反渗透系统设计指南</b>	<b>31</b>
■ 3-1 反渗透系统预处理部分设计	31
◆ 3-1.1 原水类型与水质分析	31

◆ 3-1.2 反渗透预处理工艺中常用的水处理方法	37
◆ 3-1.3 普通反渗透膜和抗氧化反渗透膜常用预处理工艺对比	49
■ 3-2 反渗透膜过滤系统的设计	51
◆ 3-2.1 VONTRON膜元件的设计导则	51
◆ 3-2.2 RO膜系统的设计步骤	51
◆ 3-2.3 膜系统设计的其他注意事项	54
■ 3-3 反渗透系统设计软件使用说明	57
■ 3-4 反渗透膜系统化学清洗部分设计	64
<b>第四章 反渗透系统的使用与维护指南</b>	<b>66</b>
■ 4-1 反渗透系统的初次调试	66
◆ 4-1.1 膜元件的安装与拆卸	66
■ 4-2 反渗透系统的日常使用和维护	69
◆ 4-2.1 反渗透系统的运行记录	69
◆ 4-2.2 反渗透膜系统的日常启动和停止	73
■ 4-3 RO膜系统停运期间的管理	74
◆ 4-3.1 日常停运期间(0~48小时)的管理	74
◆ 4-3.2 系统停运(2~25)天的管理	74
◆ 4-3.3 系统长期停运期间(25天以上)的管理	75
◆ 4-3.4 系统停运后取出膜元件的保存管理	75
■ 4-4 反渗透膜系统的清洗导则	75
◆ 4-4.1 膜元件污染简介	75
◆ 4-4.2 膜系统清洗时机判断	75
◆ 4-4.3 膜系统清洗步骤	76
◆ 4-4.4 反渗透膜系统污染后的症状及清洗方法	77
<b>第五章 反渗透膜系统故障判断和排除</b>	<b>82</b>
■ 5-1 反渗透膜系统初始运行(调试)的故障排除	82
◆ 5-1.1 产水量低, 压力高	82

◆ 5-1.2 脱盐率低,产水电导高	83
■ 5-2 反渗透膜系统稳定运行一段时间后出现的故障排除	84
■ 5-3 VONTRON™系列膜元件系统设计或使用现状资料登记表	89
<b>第六章 膜元件质量保证</b>	<b>92</b>
■ 6-1 反渗透膜元件三年质量保证书	92
■ 6-2 反渗透膜元件返修退换程序	95
◆ 6-2.1 膜元件返修程序	95
◆ 6-2.2 包装及运输	96
◆ 6-2.3 检测程序	96
◆ 6-2.4 附则	96
■ 6-3 质量认证	98
<b>第七章 膜元件服务规范</b>	<b>101</b>
■ 7-1 服务控制程序	101
◆ 7-1.1 主题内容与适应范围	101
◆ 7-1.2 职能职责	101
◆ 7-1.3 控制图	102
◆ 7-1.4 控制程序	102
■ 7-2 产品售前服务的内容与提供要求	105
■ 7-3 产品售中服务的内容与提供要求	106
■ 7-4 产品售后服务的内容与提供要求	106
<b>第八章 顾客满意度测评指南</b>	<b>107</b>
■ 8-1 测评方式	107
■ 8-2 测评范围	107
■ 8-3 测评内容	107
■ 8-4 改进	107
<b>附表: 产水量标准化温度校正系数表</b>	<b>112</b>

## 第一章 VONTRON™反渗透膜介绍

### ■ 1-1 主要膜产品系列

#### ◇ 家用型膜元件 2012型和1812型

家用型1812及2012膜元件主要用于各种家用纯水机、医院、实验室纯水装置等小型系统中。

#### ◇ 极低压复合反渗透膜元件 XLP系列

极低压系列膜元件能在极低的操作压力条件下达到和常规低压膜同样的高水通量和高脱盐率。其运行压力约为常规低压复合膜运行压力的1/2，脱盐率可达98.0%。

#### ◇ 超低压复合反渗透膜元件 ULP系列

超低压系列膜元件能在超低的操作压力条件下达到和常规低压膜同样的高水通量和高脱盐率。其运行压力约为常规低压复合膜运行压力的2/3，脱盐率可达99.5%。

#### ◇ 低压复合反渗透膜元件 LP系列

低压系列膜元件主要用于苦咸水脱盐，具有低压运行、产水量高、除盐性能好的特点。它具有很高的去除溶解性盐类、TOC、SiO<sub>2</sub>的性能，特别适合用于电子及电力行业高纯水的制备。

#### ◇ 海水淡化复合反渗透膜元件 SW系列

海水淡化系列膜元件用于海水淡化，通过改善膜元件结构提高产水量，因此减少了膜元件的使用数量。它具有脱盐率高、性能稳定、运行成本低、设备投资小的特点，可保证一级反渗透即可从海水获取饮用水。

#### ◇ 抗污染复合反渗透膜元件 FR系列

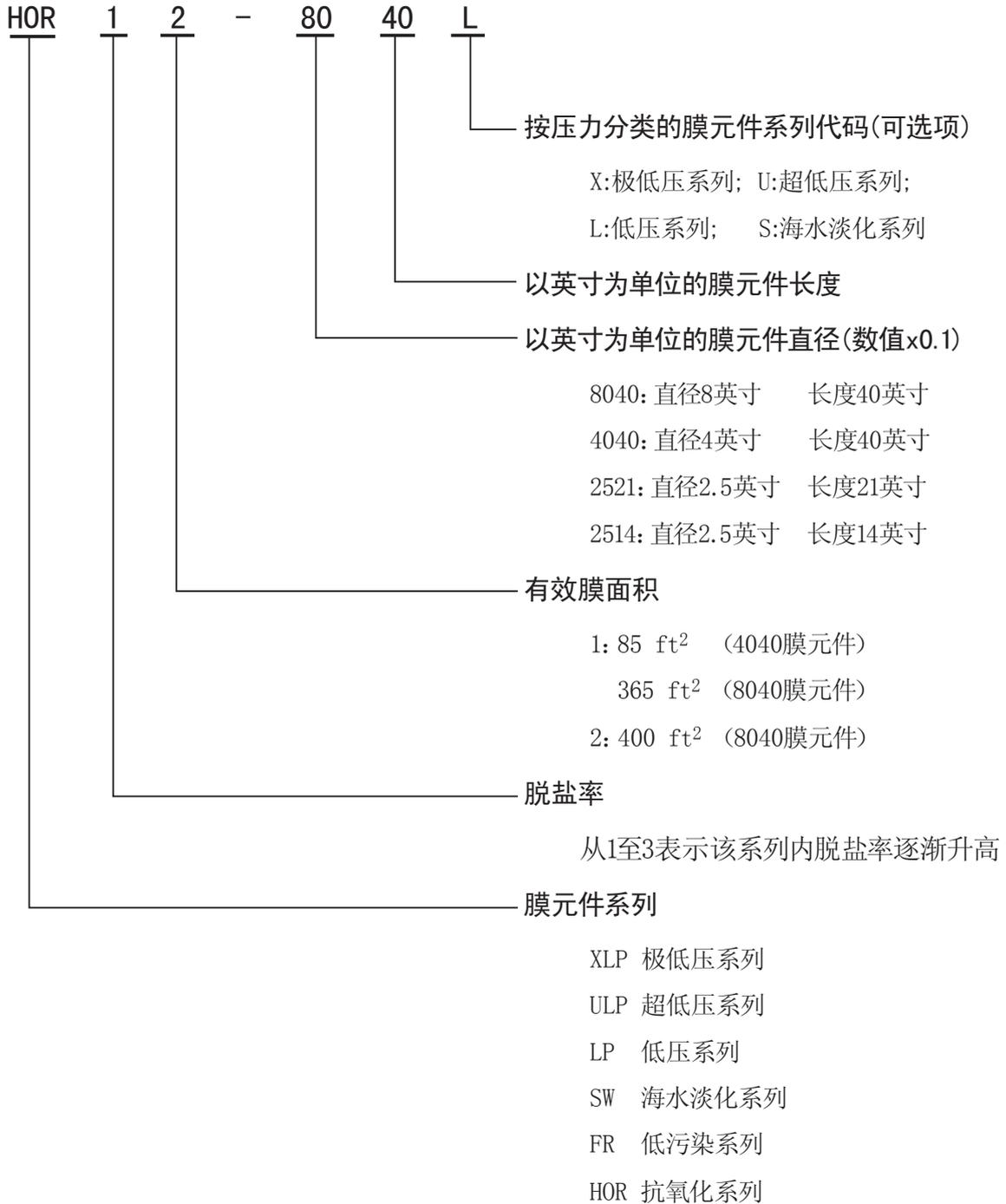
抗污染系列膜元件主要用于废水回用及进水为地表水高污染源，针对较差的水质条件，采用宽进水流道网设计更易清洗，同时对膜表面采用特殊工艺进行特殊处理，改变了膜表面的电荷性及光滑度，增加了膜表面的亲水性，减小了污染物及微生物在膜表面的附着，具有更强的抗结垢和抗有机物、微生物污染的性能，从而降低膜元件污染速度，延长使用寿命。

#### ◇ 抗氧化复合反渗透膜元件 HOR系列

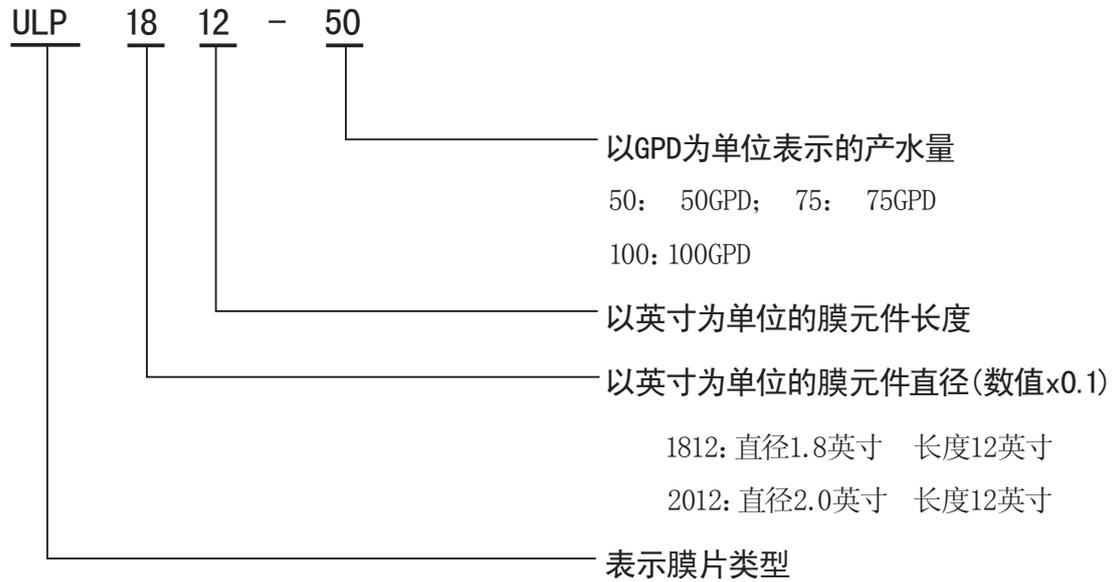
抗氧化系列膜元件是时代沃顿公司经过多年研究自主开发的全球范围内最早的抗氧化聚酰胺反渗透膜元件，主要应用于废水回用、进水为地表水高微生物污染的水源、进水中含有氧化性物质的水源、无菌系统等。针对普通聚酰胺反渗透膜不耐氧化的缺点，采用特殊的合成工艺，增强了膜元件的抗氧化性，允许杀菌剂直接在线投加进膜元件中，使反渗透主机实现完全无菌化。使用抗氧化膜元件可以精简和优化反渗透系统的预处理工艺（去掉活性炭过滤、还原剂投加等），节约投资成本，同时也降低了膜元件的微生物污染、节约运行成本、延长使用寿命。

■ 1-2 VONTRON™膜元件命名及编号规则

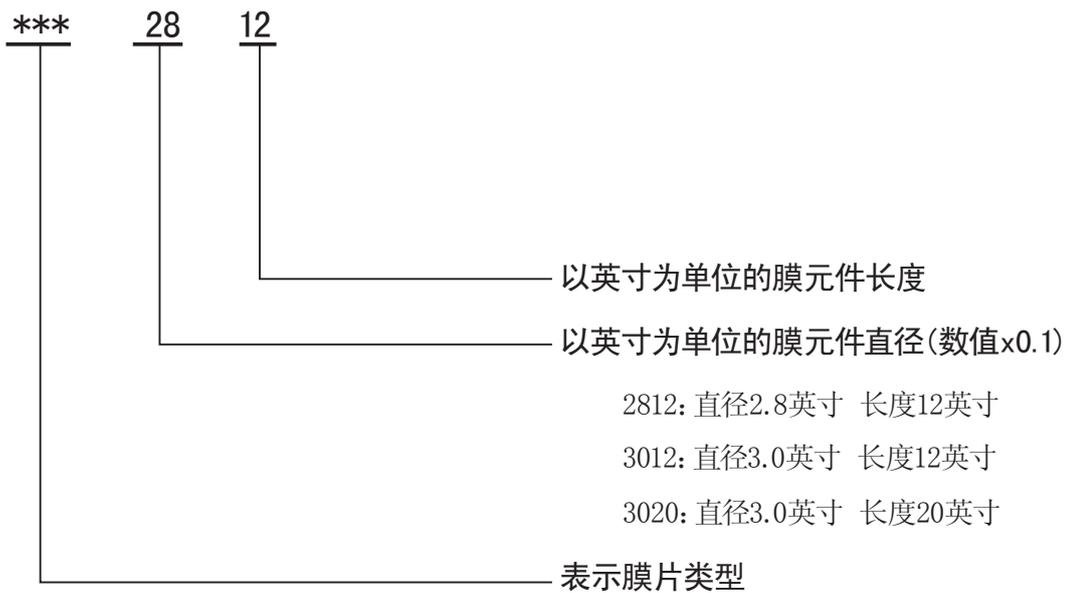
工业用膜元件命名及编号规则



## 家用膜元件命名及编号规则



## 异型膜元件命名及编号规则



■ 1-3 VONTRON™性能简表及选型指南

◆ 1-3.1 工业用膜元件性能简表

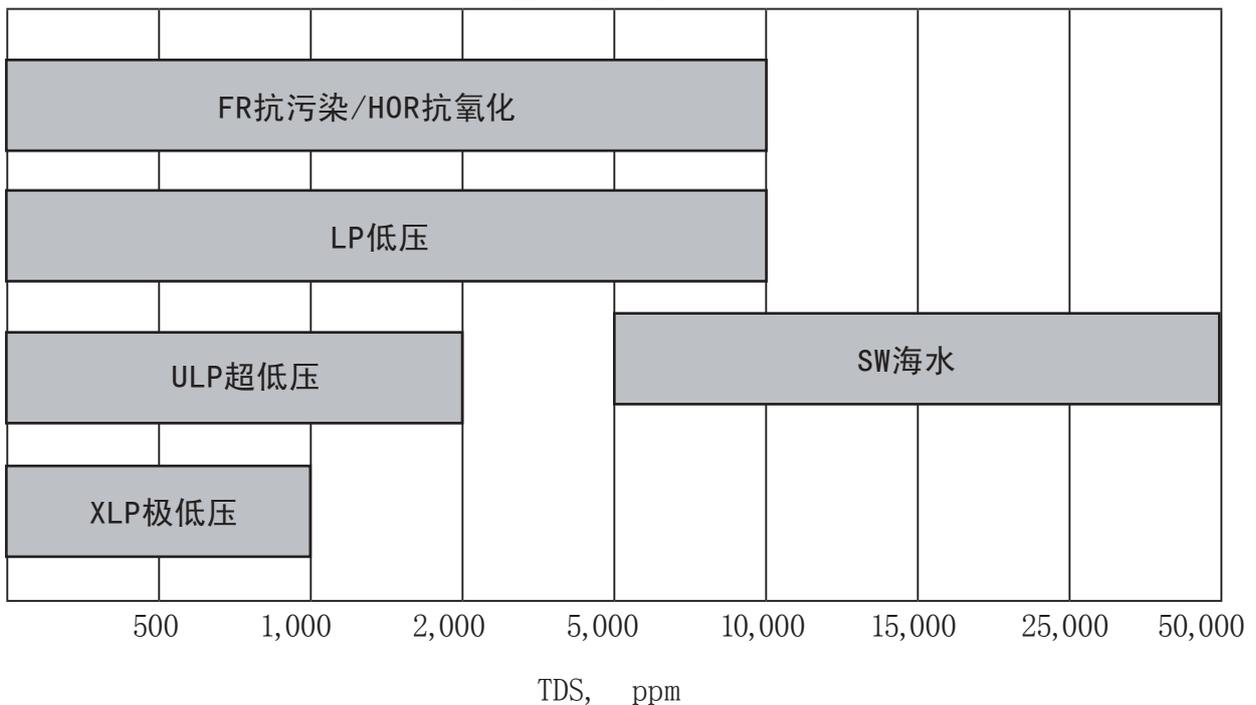
膜元件类别	膜元件型号	稳定脱盐率 (%)	平均产水量 GPD (m <sup>3</sup> /d)	运行压力及适用范围	测试条件		
					测试压力 psi (MPa)	测试液浓度 NaCl (ppm)	回收率 (%)
工业通用膜元件	LP21-8040	99.5	9600 (36.3)	低压运行。 适用于苦咸水或高浓度苦咸水	225 (1.55)	2000	15
	LP22-8040	99.5	10500 (39.7)				
	LP21-4040	99.5	2400 (9.1)				
	XLP11-4040	98.0	2000 (7.6)	极低压运行。 适用于对脱盐率要求不高的低含盐量水源的处理。	100 (0.69)	500	15
	ULP21-8040	99.0	11000 (41.6)	超低压运行。 适用于较低盐度进水。	150 (1.03)	1500	15
	ULP12-8040	98.0	13200 (49.9)				
	ULP22-8040	99.0	12100 (45.7)				
	ULP32-8040	99.5	10500 (39.7)				
	ULP11-4040	98.0	2700 (10.6)				
	ULP21-4040	99.0	2400 (9.1)				
	ULP31-4040	99.4	1900 (7.2)				
	ULP11-4021	98.0	1000 (3.78)	超低压运行。 适用于商用纯水机、医院、实验室纯水装置。	150 (1.03)	1500	8
	ULP21-4021	99.0	950 (3.6)				
	ULP31-4021	99.4	850 (3.2)				
ULP21-2521	99.0	300 (1.13)					
ULP21-2540	99.0	750 (2.84)	15				
海水淡化膜元件	SW21-8040	99.7	5000 (18.9)	高压运行。 适用于海水或亚海水。	800 (5.5)	32800	8
	SW22-8040	99.7	6000 (22.7)				
	SW21-4040	99.5	1400 (5.3)				
	SW11-2540	99.2	500 (1.89)	高压运行。 适用于军舰、远洋船舶、实验室等小型海水淡化或高浓度苦咸水脱盐系统。			4
	SW11-4021	99.2	750 (2.8)				
	SW11-2521	99.2	200 (0.76)				
抗污染膜元件	FR11-8040	99.5	9600 (36.3)	低压运行。 适用于含少量污染物(有机物、胶体)的水源。	225 (1.55)	2000	15
	FR11-4040	99.5	2200 (8.3)				
抗氧化膜元件	HOR21-8040	99.2	9000 (33.9)	进水含氧化性物质或高微生物污染的水源	225 (1.55)	2000	15
	HOR21-4040	99.2	2200 (7.9)				
	HOR-2012	97.5	50 (0.19)		60 (0.41)	250	15

### ◆ 1-3.2 家用膜及异型膜元件性能简表

膜元件类别	膜元件型号	稳定脱盐率 (%)	平均产水量 GPD (m <sup>3</sup> /d)	运行压力及适用范围	测试条件		
					测试压力 psi (MPa)	测试液浓度 NaCl (ppm)	回收率 (%)
家用膜元件	ULP1812-50	97.5	50(0.19)	极低压运行。适用于家用纯水机、医院、实验室纯水装置, 用于处理TDS低于500ppm的水源。	60(0.41)	250	15
	ULP2012-75	97.5	75(0.28)				
	ULP2012-100	95.0	100(0.38)				
异型膜元件	ULP2812	97.0	200(0.76)	极低压运行。适用于自动售水机和家用直饮机等。	100 (0.69)	500	15
	ULP3012	97.0	240(0.91)				
	ULP3020	97.0	420(1.60)				

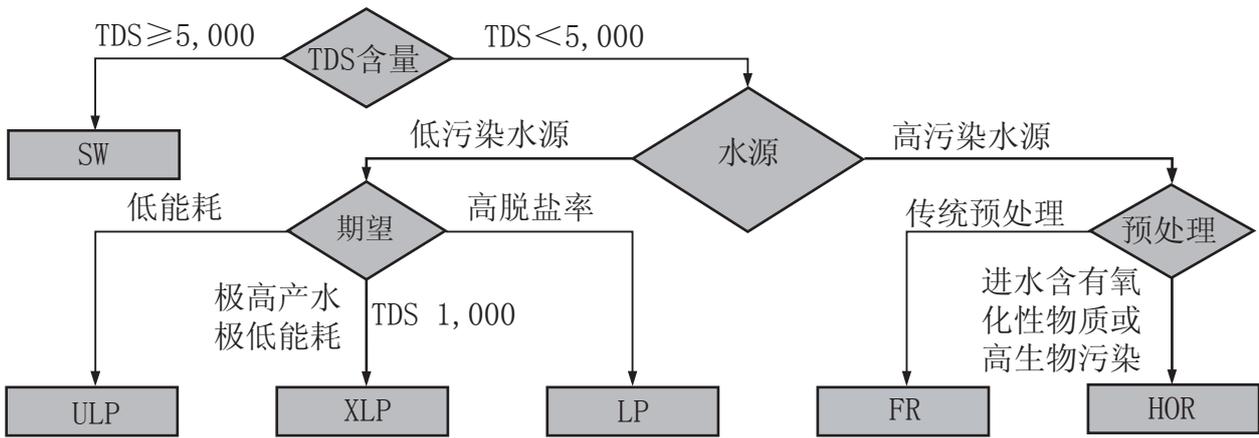
### ◆ 1-3.3 膜元件选型指南

#### VONTRON™ 系列反渗透元件 选型指南 (-)



根据进水含盐量选择膜元件

## VONTRON™ 工业用反渗透膜元件 选型指南(二)



### ■ 1-4 VONTRON™全系列干式膜元件

时代沃顿可以提供VONTRON™全系列干式膜元件。

与湿式膜元件相比，干式膜元件的优点在于便于运输和安装，且干式膜元件具有比湿式膜元件更长的保存期。北京时代沃顿科技有限公司各系列膜元件中均提供干式膜元件与湿式膜元件两种。

#### ◆ 1-4.1干式膜元件与湿式膜元件的对比

膜元件 比较项目	干式膜元件	湿式膜元件
保护液	不需要保护液	1.0% (W) 的亚硫酸氢钠，存放90天后需定期更换
保存温度	不高于45℃	0℃~45℃
滋生微生物	不滋生微生物	容易滋生微生物（如果不及时更换保护液）
运输及其他	重量轻便于运输且运输成本低	较重且有液体保护液不利于运输、成本高

## ◆ 1-4.2干式膜元件的使用注意事项

### ◇干式膜元件的储存

1. 存放地点必须阴冷干燥没有阳光直射。
2. 存放地点的温度不得高于45℃；在温度低于45℃时干式膜元件的保存时间没有限制。

### ◇干式膜元件的通用信息

1. 干式膜元件一旦浸湿，应始终保持湿润；
2. 干式膜元件需使用至少6小时后，方可用甲醛消毒杀菌；
3. 干式膜元件的极限使用条件及设计导则，与相同型号的湿式膜元件相同；
4. 干式膜元件一旦浸湿变为湿式膜元件后，其储存、保护、清洗均按照VONTRON膜《产品技术支持与服务手册》中相同型号的湿式膜元件的处理方法执行；
5. 反渗透系统的初次调试及初次运行的步骤方法遵照VONTRON膜《产品技术支持与服务手册》中第四章“反渗透系统的使用与维护”所述执行，启动后第1小时内的纯水、浓水应排放掉。

## 第二章 VONTRON™反渗透膜产品通用技术条件

### ■ 2-1 VONTRON™家用膜元件

#### 产品简介

家用型1812及2012膜元件主要用于各种家用纯水机、医院、实验室纯水装置等小型系统中。

#### 膜元件规格及主要性能

膜元件型号	有效膜面积 ft <sup>2</sup> (m <sup>2</sup> )	平均透过水量 GPD(m <sup>3</sup> /d)	稳定脱盐率 %	最低脱盐率 %
ULP1812-50	3.5 (0.32)	50 (0.19)	97.5	96.0
ULP2012-75	4.2 (0.38)	75 (0.28)	97.5	96.0
ULP2012-100	5.0 (0.46)	100 (0.38)	95.0	93.0

测试条件: 测试压力..... 60 psi (0.41Mpa)

测试液温度..... 25 °C

测试液浓度(NaCl)..... 250ppm

测试液pH值..... 7.5

单支膜元件回收率..... 15%

#### 极限使用条件

最高操作压力..... 300psi (2.07Mpa)

最高进水温度..... 45°C

最大进水SDI..... 5

进水自由氯浓度..... <0.1ppm

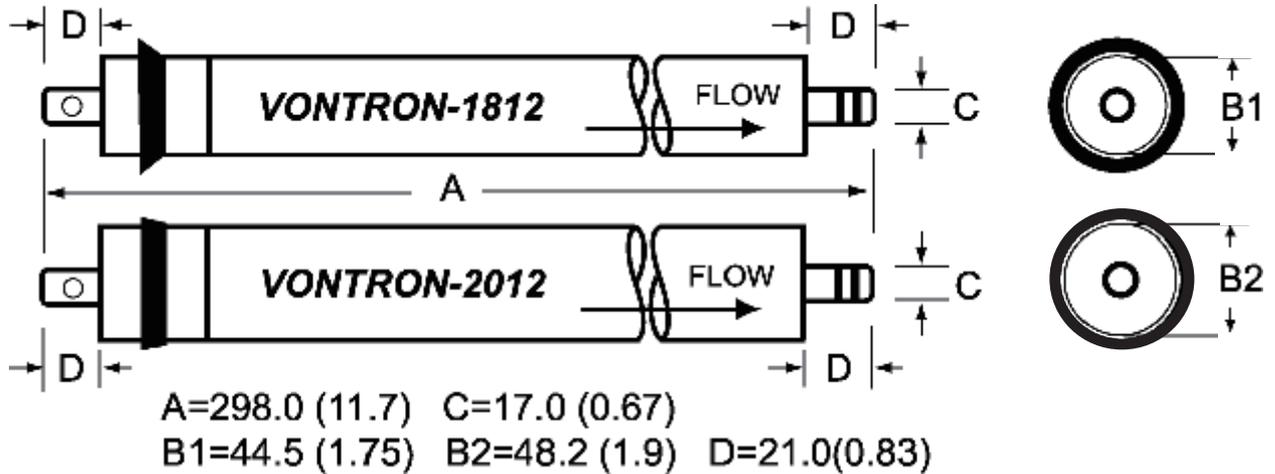
连续运行时进水pH范围..... 3~10

化学清洗时进水pH范围..... 2~11

单支膜元件最大压力降..... 10psi (0.07Mpa)

## 膜元件尺寸

图示所有的单位为：毫米（英寸）



## 重要信息

1. 对于推荐的设计范围, 请查阅北京时代沃顿科技有限公司最新版本的技术手册、设计指南, 或者向膜技术专家咨询。如果用户没有严格遵循本样本提供的操作条件, 北京时代沃顿科技有限公司将不承担由此产生的一切后果。

2. 表中所列的产水量为平均值, 单根膜元件的最低产水量与标称值的差值不超过标称值的20%。

3. 湿式膜元件出厂前都经过严格测试, 并使用1.0%的亚硫酸氢钠(冬天时还要添加10%的丙二醇防冻液)溶液进行储藏处理, 然后采用真空包装, 外包装为硬纸箱。为了防止在短期储藏、运输以及系统待机时微生物的滋长, 推荐用含1.0%亚硫酸氢钠(食品级)的保护液(用RO产出水配制)浸泡元件。

4. 运行初期第一个小时的RO产水要排放掉。

5. 在储存和运行中禁止添加任何对膜元件有影响的化学药剂, 如违反使用这类化学药剂, 北京时代沃顿科技有限公司将不承担由此产生的一切后果。

## 注意事项

1. 时代沃顿公司在本资料中提供的数据和信息都是经长期实验得出，我们确信这些数据和信息是准确和有效的。时代沃顿不承担顾客由于未按照本书所提供的条件进行产品使用或维护所产生的一切后果。请顾客严格按照产品的设计、使用与维护要求使用并保留相关记录！

2. 由于技术进步及产品的更新换代，产品资料可能随时改变，无须事先声明。敬请留意时代沃顿公司最新产品信息。

## ■ 2-2 VONTRON™ 工业用膜元件

### ◆ 2-2.1 LP系列膜元件

#### 产品简介

LP( Low Pressure )系列是时代沃顿公司研制开发的用于苦咸水脱盐淡化的芳香族聚酰胺复合膜元件，具有低压运行、产水量高、除盐性能好的特点。另外，它具有很高的去除溶解性盐类、TOC、SiO<sub>2</sub>的性能，特别适用于电子、电力行业高纯水的制备。

LP系列膜元件适用于含盐量约10000ppm以下的地表水、地下水、自来水及市政用水等水源的脱盐处理，主要应用于各种规模的工业用纯水、发电厂锅炉补给水等各种工业用水，也可用于处理高浓度含盐废水、饮料水制造等苦咸水应用领域。

#### 膜元件规格及主要性能

膜元件型号	有效膜面积 ft <sup>2</sup> (m <sup>2</sup> )	平均透过水量 GPD(m <sup>3</sup> /d)	稳定脱盐率 %	最低脱盐率 %
LP21-8040	365 (33.9)	9600 (36.3)	99.5	99.3
LP22-8040	400 (37.0)	10500 (39.7)	99.5	99.3
LP21-4040	85 (7.9)	2400 (9.1)	99.5	99.3

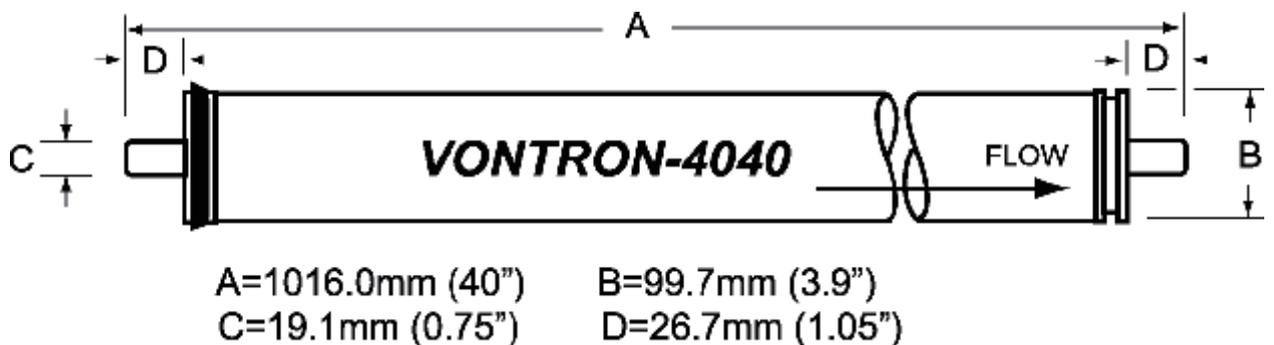
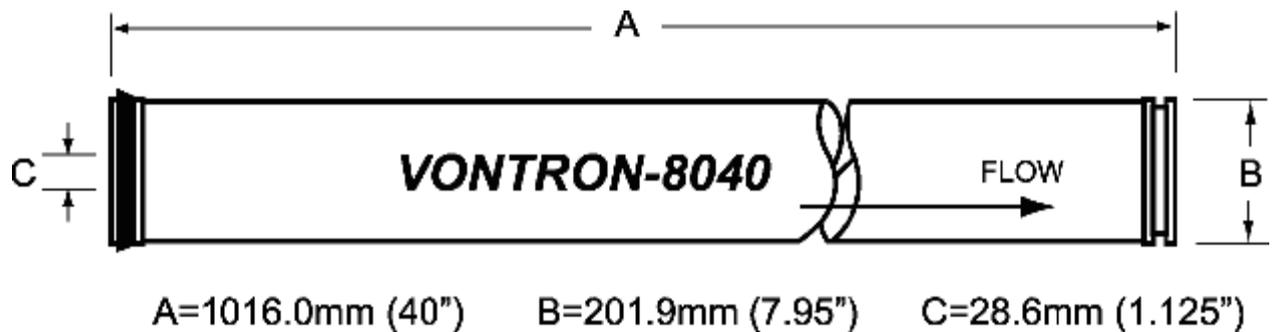
测试条件： 测试压力·····225psi (1.55Mpa)  
 测试液温度·····25℃  
 测试液浓度(NaCl)·····2000ppm  
 测试液pH值·····7.5  
 单支膜元件回收率·····15%

## 极限使用条件

最高操作压力·····	600psi (4.14Mpa)	
最高进水流量·····	75gpm (17 m <sup>3</sup> /h)	(8040)
	16gpm (3.6 m <sup>3</sup> /h)	(4040)
最高进水温度·····	45°C	
最大进水SDI·····	5	
进水自由氯浓度·····	<0.1ppm	
连续运行时进水pH范围·····	3~10	
化学清洗时进水pH范围·····	2~12	
单支膜元件最大压力降·····	15psi (0.1Mpa)	

## 膜元件尺寸

图示所有的单位为：毫米（英寸）



### 重要信息

1. 对于推荐的设计范围, 请查阅北京时代沃顿科技有限公司最新版本的技术手册、设计指南, 或者向膜技术专家咨询。如果用户没有严格遵循本样本提供的操作条件, 北京时代沃顿科技有限公司将不承担由此产生的一切后果。

2. 表中所列的产水量为平均值, 单根膜元件产水量误差在±15%之内。

3. 湿式膜元件出厂前都经过严格测试, 并使用1.0%的亚硫酸氢钠(冬天时还要添加10%的乙二醇防冻液)溶液进行储藏处理, 然后采用真空包装, 外包装为硬纸箱。为了防止在短期储藏、运输以及系统待机时微生物的滋长, 推荐用含1.0%亚硫酸氢钠(食品级)的保护液(用RO产出水配制)浸泡元件。

4. 运行初期第一个小时的RO产水要排放掉。

5. 在储存和运行中禁止添加任何对膜元件有影响的化学药剂, 如违反使用这类化学药剂, 北京时代沃顿科技有限公司将不承担由此产生的一切后果。

### 注意事项

1. 时代沃顿公司在本资料中提供的数据和信息都是经长期实验得出, 我们确信这些数据和信息是准确和有效的。时代沃顿不承担顾客由于未按照本书所提供的条件进行产品使用与维护所产生的一切后果。请顾客严格按照产品的设计、使用与维护要求使用并保留相关记录!

2. 由于技术进步及产品的更新换代, 产品资料可能随时改变, 无须事先声明。敬请留意时代沃顿公司最新产品信息。

## ◆ 2-2.2 ULP系列膜元件

### 产品简介

ULP(Ultra Low Pressure)系列是时代沃顿公司最新研制开发的用于地表水和地下水脱盐的超低压芳香族聚酰胺复合膜元件,能在超低的操作压力条件下达到和常规低压膜同样的高水通量和高脱盐率。其运行压力约为常规低压复合膜运行压力的2/3,脱盐率可达99.5%。从而降低相关的泵、管路、容器等设备的投资费用和反渗透系统的运行费用,提高经济效益。

ULP系列膜元件适用于含盐量约2000ppm以下的地表水、地下水、自来水及市政用水等水源的脱盐处理,主要应用于各种规模的纯净水、锅炉补给水、食品加工和药品制造行业等多种领域。

### 膜元件规格及主要性能

膜元件型号	有效膜面积 ft <sup>2</sup> (m <sup>2</sup> )	平均透过水量 GPD(m <sup>3</sup> /d)	稳定脱盐率 %	最低脱盐率 %
ULP21-8040	365 (33.9)	11000 (41.6)	99.0	98.5
ULP12-8040	400 (37.0)	13200 (49.9)	98.0	97.5
ULP22-8040	400 (37.0)	12100 (45.7)	99.0	98.5
ULP32-8040	400 (37.0)	10500 (39.7)	99.5	99.0
ULP11-4040	85 (7.9)	2800 (10.6)	98.0	97.5
ULP21-4040	85 (7.9)	2400 (9.1)	99.0	98.5
ULP31-4040	85 (7.9)	1900 (7.2)	99.4	99.0
ULP11-4021	36 (3.3)	1000 (3.78)	98.0	97.5
ULP21-4021	36 (3.3)	950 (3.6)	99.0	98.5
ULP31-4021	36 (3.3)	850 (3.2)	99.4	99.0
ULP21-2521	12 (1.1)	300 (1.13)	99.0	98.5
ULP21-2540	28 (2.6)	750 (2.84)	99.0	98.5

测试条件: 测试压力.....150 psi (1.03Mpa)

测试液温度.....25 °C

测试液浓度(NaCl).....1500ppm

测试液pH值.....7.5

单支膜元件回收率.....15%(8040、4040、2540)

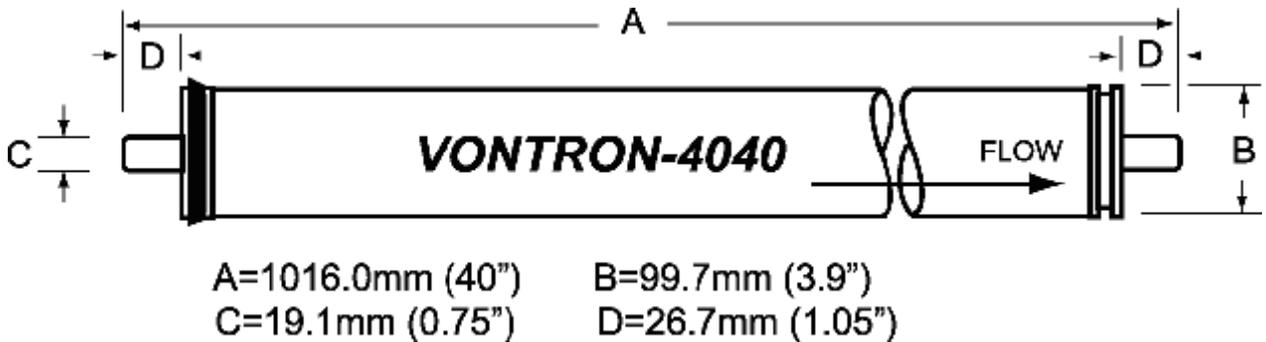
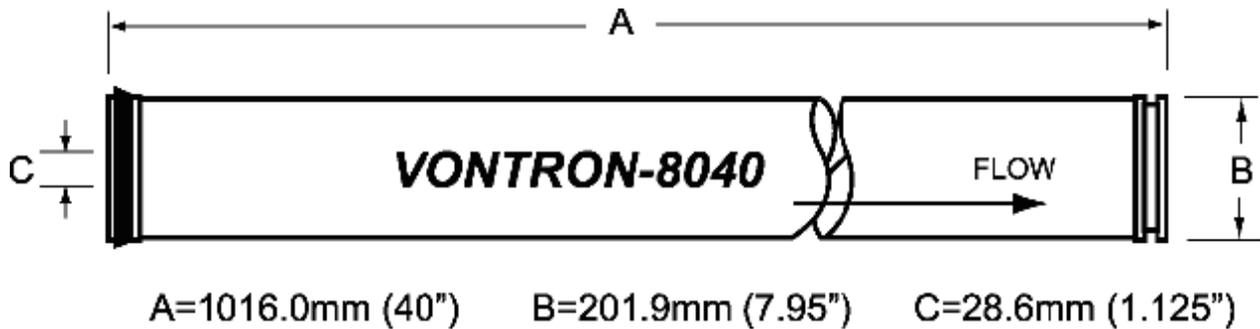
8% (4021、2521)

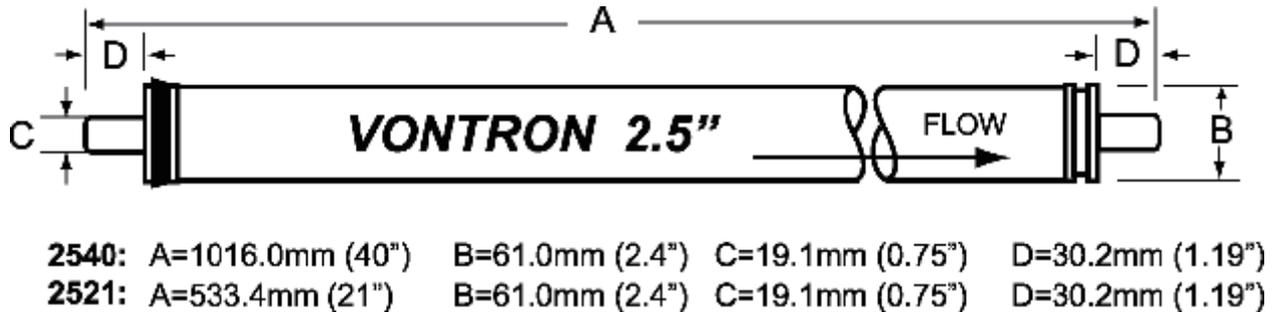
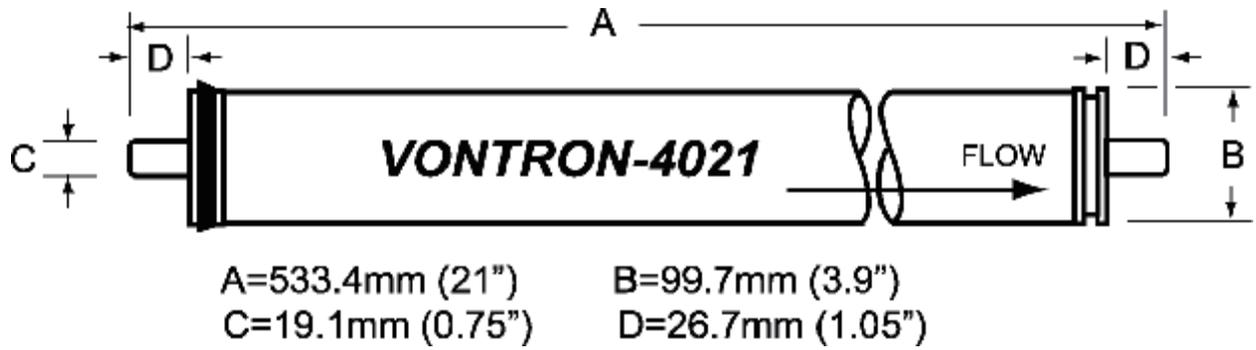
极限使用条件

最高操作压力	600psi (4.14Mpa)	
最高进水流量	75gpm (17 m <sup>3</sup> /h)	(8040)
	16gpm (3.6 m <sup>3</sup> /h)	(4040、4021)
	6.0gpm (1.4 m <sup>3</sup> /h)	(2521、2540)
最高进水温度	45°C	
最大进水SDI	5	
进水自由氯浓度	<0.1ppm	
连续运行时进水pH范围	3~10	
化学清洗时进水pH范围	2~12	
单支膜元件最大压力降	15psi (0.1Mpa)	(8040、4040、2540)
	10psi (0.07Mpa)	(2521、4021)

膜元件尺寸

图示所有的单位为：毫米（英寸）





## 重要信息

1. 对于推荐的设计范围, 请查阅北京时代沃顿科技有限公司最新版本的技术手册、设计指南, 或者向膜技术专家咨询。如果用户没有严格遵循本样本提供的操作条件, 北京时代沃顿科技有限公司将不承担由此产生的一切后果。

2. 表中所列的产水量为平均值, ULP31、ULP32系列单根膜元件产水量误差在±15%之内, 其他系列单根膜元件的最低产水量与标称值的差值不超过标称值的20%。

3. 湿式膜元件出厂前都经过严格测试, 并使用1.0%的亚硫酸氢钠(冬天时还要添加10%的乙二醇防冻液)溶液进行储藏处理, 然后采用真空包装, 外包装为硬纸箱。为了防止在短期储藏、运输以及系统待机时微生物的滋长, 推荐用含1.0%亚硫酸氢钠(食品级)的保护液(用RO产出水配制)浸泡元件。

4. 运行初期第一个小时的RO产水要排放掉。

5. 在储存和运行中, 禁止添加任何对膜元件有影响的化学药剂。如违反使用这类化学剂, 北京时代沃顿科技有限公司将不承担由此产生的一切后果。

## 注意事项

1. 时代沃顿公司在本资料中提供的数据和信息都是经长期实验得出，我们确信这些数据和信息是准确和有效的，时代沃顿不承担顾客由于未按照本书所提供的条件进行产品使用与维护所产生的一切后果。请顾客严格按照产品的设计、使用与维护要求使用并保留相关记录！

2. 由于技术进步及产品的更新换代，产品资料可能随时改变，敬请留意时代沃顿公司最新产品信息。

## ◆ 2-2.3 XLP系列膜元件

### 产品简介

XLP(Extra Low Pressure)系列是时代沃顿公司最新研制开发的用于地表水和地下水脱盐的极低压芳香族聚酰胺复合膜元件，能在极低的操作压力条件下达到和常规低压膜同样的高水通量和高脱盐率。其运行压力约为常规低压复合膜运行压力的1/2，脱盐率可达99.0%。从而降低相关的泵、管路、容器等设备的投资费用和反渗透系统的运行费用，提高经济效益。

XLP系列膜元件适用于对脱盐率要求不高的低含盐量水源的处理，如含盐量低于1000ppm的地表水、地下水、自来水及市政用水等，特别适用于两级反渗透的第二级脱盐。主要应用于各种规模的纯净水、锅炉补给水、食品加工和药品制造行业等多种领域。

### 膜元件规格及主要性能

膜元件型号	有效膜面积 ft <sup>2</sup> (m <sup>2</sup> )	平均透过水量 GPD(m <sup>3</sup> /d)	稳定脱盐率 %	最低脱盐率 %
XLP11-4040	85 (7.9)	2000 (7.6)	98.0	97.5

测试条件： 测试压力·····100 psi (0.69Mpa)

测试液温度·····25 °C

测试液浓度(NaCl)·····500ppm

测试液pH值·····7.5

单支膜元件回收率·····15%

### 极限使用条件

最高操作压力·····600psi (4.14Mpa)

最高进水流量·····16gpm (3.6 m<sup>3</sup>/h)

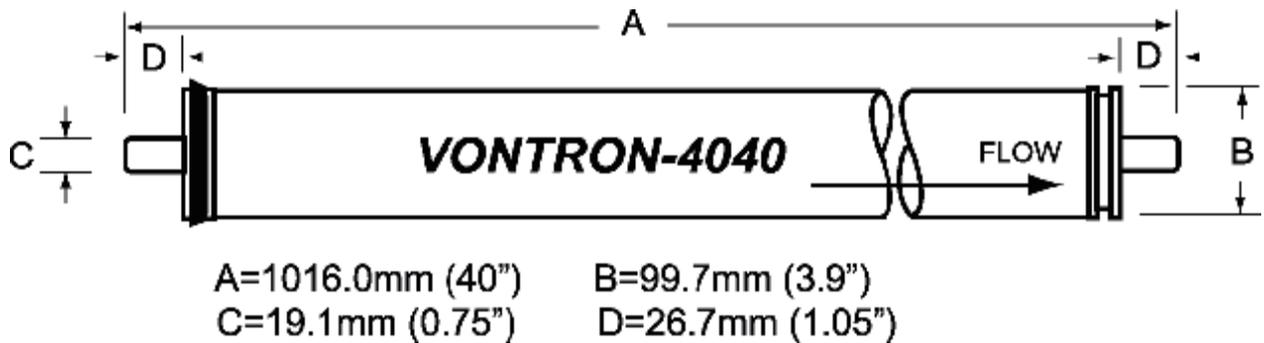
最高进水温度·····45°C

最大进水SDI·····5

- 进水自由氯浓度.....<0.1ppm
- 连续运行时进水pH范围.....3~10
- 化学清洗时进水pH范围.....2~12
- 单支膜元件最大压力降.....15psi (0.1Mpa)

## 膜元件尺寸

图示所有的单位为：毫米（英寸）



## 重要信息

1. 对于推荐的设计范围，请查阅北京时代沃顿科技有限公司最新版本的技术手册、设计指南，或者向膜技术专家咨询。如果用户没有严格遵循本样本提供的操作条件，北京时代沃顿科技有限公司将不承担由此产生的一切后果。

2. 表中所列的产水量为平均值，单根膜元件的最低产水量与标称值的差值不超过标称值的20%。

3. 湿式膜元件出厂前都经过严格测试，并使用1.0%的亚硫酸氢钠（冬天时还要添加10%的丙二醇防冻液）溶液进行储藏处理，然后采用真空包装，外包装为硬纸箱。为了防止在短期储藏、运输以及系统待机时微生物的滋长，推荐用含1.0%亚硫酸氢钠（食品级）的保护液（用RO产出水配制）浸泡元件。

4. 运行初期第一个小时的RO产水要排放掉。

5. 在储存和运行中禁止添加任何对膜元件有影响的化学药剂，如违反使用这类化学药剂，北京时代沃顿科技有限公司将不承担由此产生的一切后果。

## 注意事项

1. 时代沃顿公司在本资料中提供的数据和信息都是经长期实验得出，我们确信这些数据和信息是准确和有效的。时代沃顿不承担顾客由于未按照本书所提供的条件进行产品使用与维护所产生的一切后果。请顾客严格按照产品的设计、使用与维护要求使用并保留相关记录！

2. 由于技术进步及产品的更新换代，产品资料可能随时改变，敬请留意时代沃顿公司最新产品信息。

## ■ 2-3 VONTRON™海水淡化膜元件

### 产品简介

SW (Sea Water) 系列是时代沃顿公司研制开发的适用于海水淡化的芳香族聚酰胺复合膜元件。该系列膜元件通过优化膜元件结构提高了产水量，在相同产水量要求下，减少了膜元件的使用数量，具有运行压力低、设备投资小、除盐性能好且稳定的特点。特别是其高脱盐率可保证通过一级反渗透即可从海水获取饮用水。

SW系列膜元件适用于海水以及高浓度苦咸水的处理，可用于海水淡化、高浓度苦咸水脱盐、发电厂锅炉补给水等各种工业用水处理，也可用于废水再利用、食品药物等高附加值物质的浓缩回收等多种应用领域。

### 膜元件规格及主要性能

膜元件型号	有效膜面积 ft <sup>2</sup> (m <sup>2</sup> )	平均透过水量 GPD(m <sup>3</sup> /d)	稳定脱盐率 %	最低脱盐率 %
SW21-8040	330 (30.6)	5000 (18.9)	99.7	99.5
SW22-8040	380 (35.2)	6000 (22.7)	99.7	99.5
SW21-4040	80 (7.4)	1400 (5.3)	99.5	99.2
SW11-4021	33 (3.1)	750 (2.8)	99.2	99.0
SW11-2521	12 (1.1)	200 (0.76)	99.2	99.0
SW11-2540	28 (2.6)	500 (1.89)	99.2	99.0

测试条件:

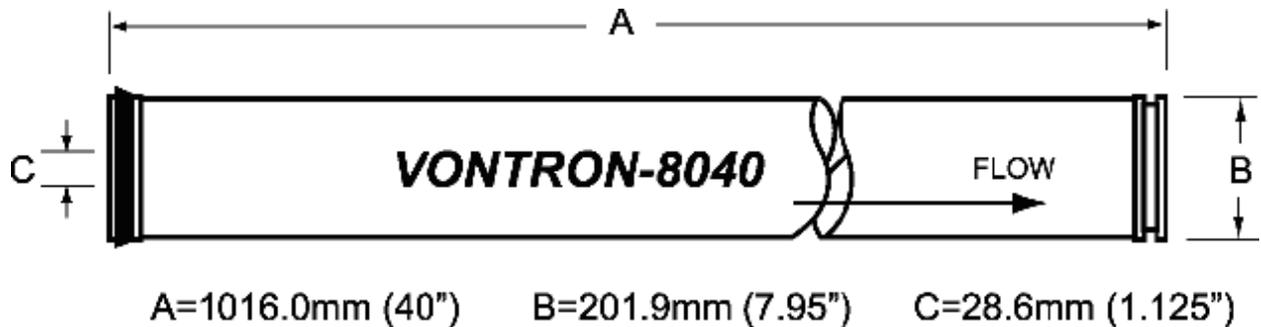
测试压力	800psi (5.5Mpa)
测试液温度	25°C
测试液浓度(NaCl)	32800ppm
测试液pH值	7.5
单支膜元件回收率	8% (8040、4040、2540) 4% (4021、2521)

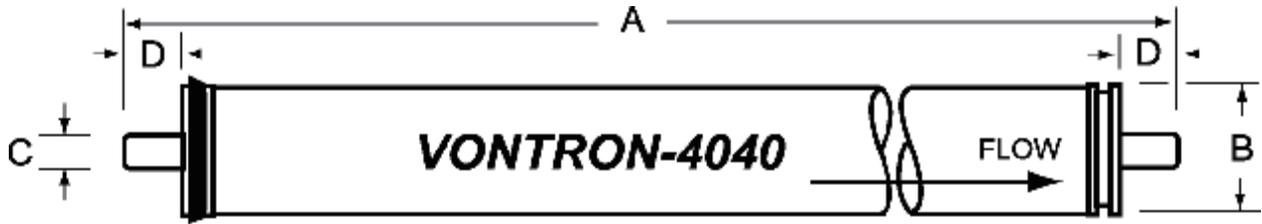
## 极限使用条件

最高操作压力	1000psi (6.9Mpa)
最高进水流量	75gpm (17 m <sup>3</sup> /h) (8040) 16gpm (3.6 m <sup>3</sup> /h) (4040、4021) 6.0gpm (1.4 m <sup>3</sup> /h) (2521、2540)
最高进水温度	45°C
最大进水SDI	5
进水自由氯浓度	<0.1ppm
连续运行时进水pH范围	3~10
化学清洗时进水pH范围	2~12
单支膜元件最大压力降	15psi (0.1Mpa) (8040、4040、2540) 10psi(0.07Mpa) (4021、2521)

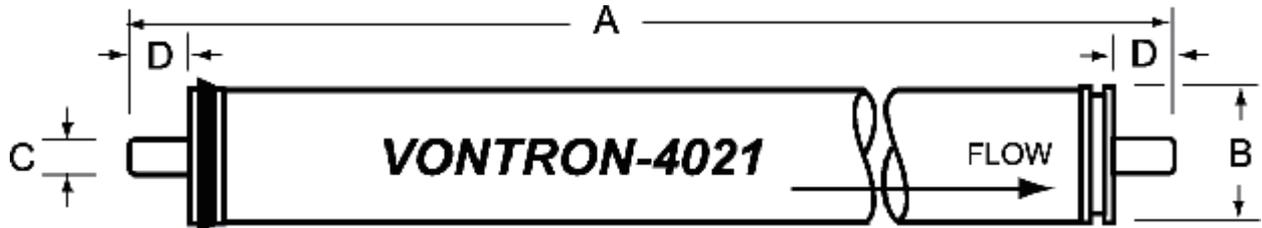
## 膜元件尺寸

图示所有的单位为: 毫米 (英寸)

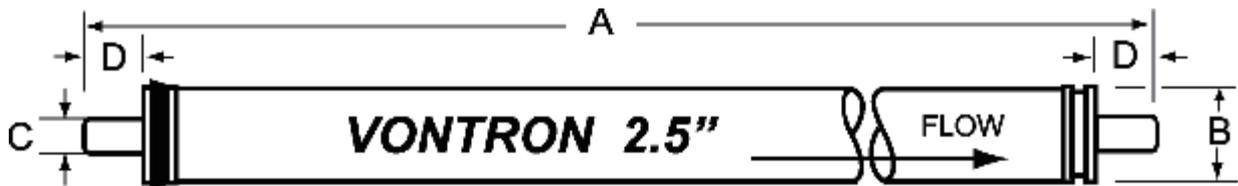




A=1016.0mm (40")      B=99.7mm (3.9")  
 C=19.1mm (0.75")      D=26.7mm (1.05")



A=533.4mm (21")      B=99.7mm (3.9")  
 C=19.1mm (0.75")      D=26.7mm (1.05")



**2540:** A=1016.0mm (40")    B=61.0mm (2.4")    C=19.1mm (0.75")    D=30.2mm (1.19")  
**2521:** A=533.4mm (21")    B=61.0mm (2.4")    C=19.1mm (0.75")    D=30.2mm (1.19")

### 重要信息

1. 对于推荐的设计范围，请查阅北京时代沃顿科技有限公司最新版本的技术手册、设计指南，或者向膜技术专家咨询。如果用户没有严格遵循本样本提供的操作条件，北京时代沃顿科技有限公司将不承担由此产生的一切后果。

2. 表中所列的产水量为平均值，单根膜元件的最低产水量与标称值的差值不超过标称值的20%。

3. 湿式膜元件出厂前都经过严格测试，并使用1.0%的亚硫酸氢钠（冬天时还要添加10%的丙二醇防冻液）溶液进行储藏处理，然后采用真空包装，外包装为硬纸箱。为了防止在短期储藏、运输以及系统待机时微生物的滋长，推荐用含1.0%亚硫酸氢钠（食品级）的保护液（用RO产

出水配制) 浸泡元件。

4. 运行初期第一个小时的RO产水要排放掉。

5. 在储存和运行中禁止添加任何对膜元件有影响的化学药剂, 如违反使用这类化学药剂, 北京时代沃顿科技有限公司将不承担由此产生的一切后果。

## 注意事项

1. 时代沃顿公司在本资料中提供的数据和信息都是经长期实验得出, 我们确信这些数据和信息是准确和有效的。时代沃顿不承担顾客由于未按照本书所提供的条件进行产品使用与维护所产生的一切后果。请顾客严格按照产品的设计、使用与维护要求使用并保留相关记录!

2. 由于技术进步及产品的更新换代, 产品资料可能随时改变, 无须事先声明。敬请留意时代沃顿公司最新产品信息。

## ■ 2-4 VONTRON™抗污染膜元件

### 产品简介

FR系列抗污染膜元件是时代沃顿公司研制开发的用于苦咸水脱盐淡化的芳香族聚酰胺复合膜元件, 具有低压运行、产水量高、脱盐性能好的特点, 同时由于采用特殊工艺对膜表面进行处理, 改变了膜表面的电荷性及光滑度, 增加膜表面亲水性, 从而减小了污染物及微生物在膜表面的污染, 达到降低膜元件污染、延长使用寿命的目的。

FR系列膜元件适用于含盐量约10000ppm以下的地表水、地下水、自来水及市政用水等水源的脱盐处理, 主要用于各种规模的工业中水回用、发电厂锅炉补给水等各种工业用水处理, 特别适用于含少量有机污染物的工业废水, 城市污水及微污染水源的处理。

### 膜元件规格及主要性能

膜元件型号	有效膜面积 ft <sup>2</sup> (m <sup>2</sup> )	平均透过水量 GPD(m <sup>3</sup> /d)	稳定脱盐率 %	最低脱盐率 %
FR11-8040	365 (33.9)	9600 (36.3)	99.5	99.3
FR11-4040	85 (7.9)	2200 (8.3)	99.5	99.3

测试条件: 测试压力..... 225psi (1.55Mpa)

测试液温度..... 25°C

测试液浓度(NaCl)..... 2000ppm

测试液pH值..... 7.5

单支膜元件回收率..... 15%

## 极限使用条件

最高操作压力..... 600psi (4.14Mpa)

最高进水流量..... 75gpm (17 m<sup>3</sup>/h) (8040)

16gpm (3.6 m<sup>3</sup>/h) (4040)

最高进水温度..... 45°C

最大进水SDI..... 5

进水自由氯浓度..... <0.1ppm

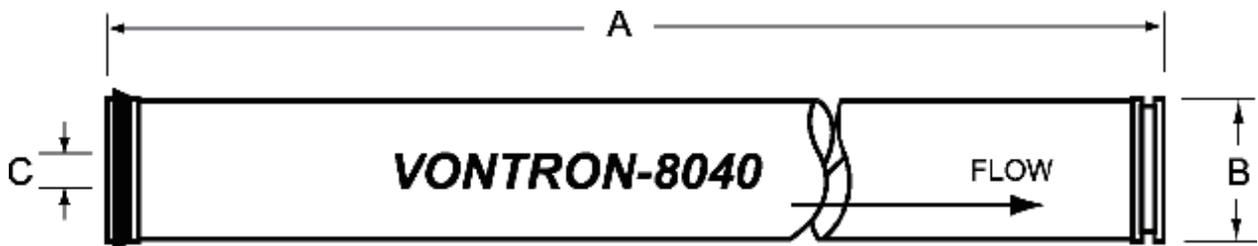
连续运行时进水pH范围..... 3~10

化学清洗时进水pH范围..... 2~12

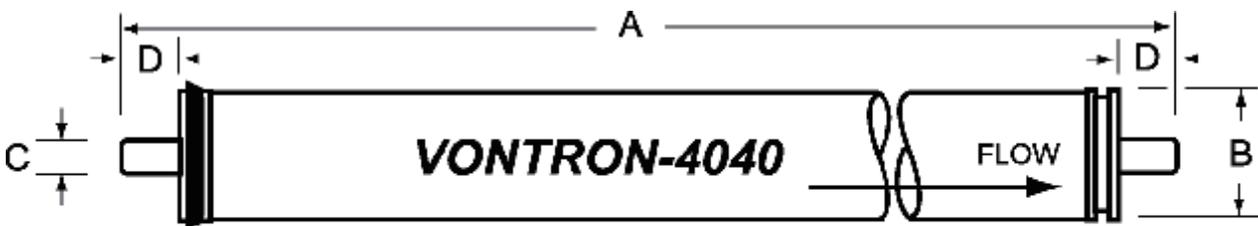
单支膜元件最大压力降..... 15psi (0.1Mpa)

## 膜元件尺寸

图示所有的单位为: 毫米 (英寸)



A=1016.0mm (40")    B=201.9mm (7.95")    C=28.6mm (1.125")



A=1016.0mm (40")    B=99.7mm (3.9")  
C=19.1mm (0.75")    D=26.7mm (1.05")

## 重要信息

1. 对于推荐的设计范围, 请查阅北京时代沃顿科技有限公司最新版本的技术手册、设计指南, 或者向膜技术专家咨询。如果用户没有严格遵循本样本提供的操作条件, 北京时代沃顿科技有限公司将不承担由此产生的一切后果。

2. 表中所列的产水量为平均值, 单根膜元件产水量误差在15%之内。

3. 湿式膜元件出厂前都经过严格测试, 并使用1.0%的亚硫酸氢钠(冬天时还要添加10%的乙二醇防冻液)溶液进行储藏处理, 然后采用真空包装, 外包装为硬纸箱。为了防止在短期储藏、运输以及系统待机时微生物的滋长, 推荐用含1.0%亚硫酸氢钠(食品级)的保护液(用RO产出水配制)浸泡元件。

4. 运行初期第一个小时的RO产水要排放掉。

5. 在储存和运行中禁止添加任何对膜元件有影响的化学药剂, 如违反使用这类化学药剂, 北京时代沃顿科技有限公司将不承担由此产生的一切后果。

## 注意事项

1. 时代沃顿公司在本资料中提供的数据和信息都是经长期实验得出, 我们确信这些数据和信息是准确和有效的。时代沃顿不承担顾客由于未按照本书所提供的条件进行产品使用与维护所产生的一切后果。请顾客严格按照产品的设计、使用与维护要求使用并保留相关记录!

2. 由于技术进步及产品的更新换代, 产品资料可能随时改变, 敬请留意时代沃顿公司最新产品信息。

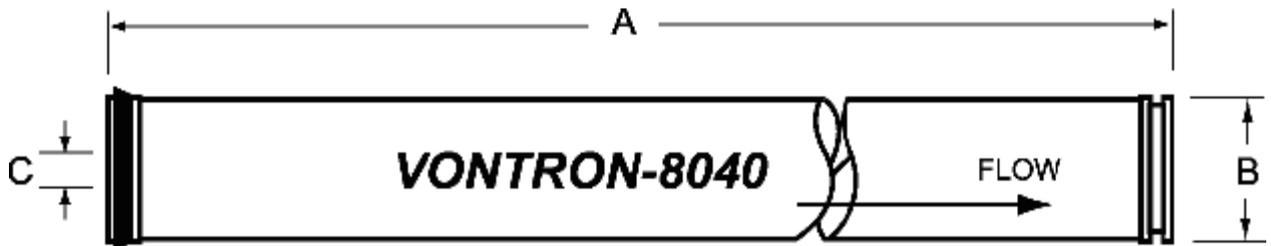


## 极限使用条件

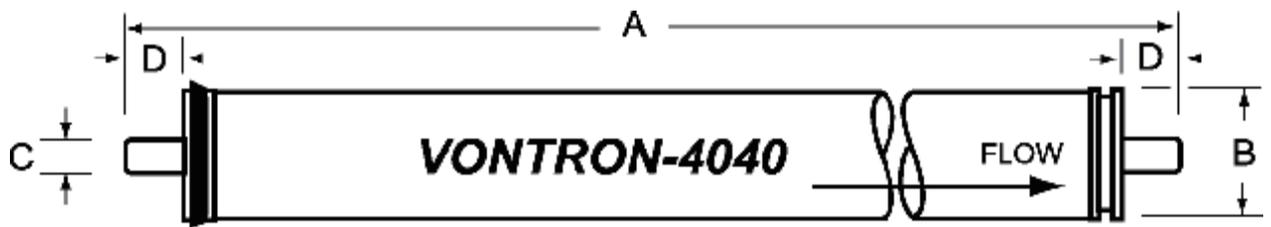
最高操作压力	600psi (4.14Mpa)	(8040、4040)
	300psi (2.07Mpa)	(2012)
最高进水流量	75gpm (17 m <sup>3</sup> /h)	(8040)
	16gpm (3.6 m <sup>3</sup> /h)	(4040)
最高进水温度	45°C	
最大进水SDI	5	
进水自由氯浓度	<0.5ppm	
连续运行时进水pH范围	3~10	
化学清洗时进水pH范围	2~12	
单支膜元件最大压力降	15psi (0.1Mpa)	(8040、4040)
	10psi (0.07Mpa)	(2012)

## 膜元件尺寸

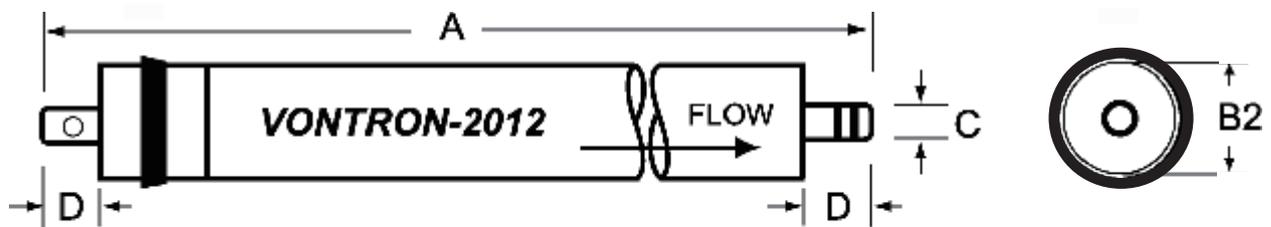
图示所有的单位为: 毫米 (英寸)



A=1016.0mm (40")    B=201.9mm (7.95")    C=28.6mm (1.125")



A=1016.0mm (40")    B=99.7mm (3.9")  
C=19.1mm (0.75")    D=26.7mm (1.05")



A=298.0 (11.7)    C=17.0 (0.67)  
B1=44.5 (1.75)    B2=48.2 (1.9)    D=21.0(0.83)

### 重要信息

1. 在添加次氯酸盐时, 应完全去除进水中的 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Ni}^{2+}$ 等具有催化氧化性质的金属离子;
2. 在添加次氯酸盐时, 应注意控制进水pH值和进水温度, 进水温度不超过 $30^{\circ}\text{C}$ , 最佳pH范围为6-8, 过高进水温度及不适宜的进水pH值将加快氧化;
3. 在3年的使用期内, 盐透过率不超过初始值的4倍;
4. 进水管道应尽量选用高压PVC材质, 或高耐腐蚀的不锈钢材质, 膜壳最好选用玻璃钢材质, 泵及仪表应避免使用铜制零部件, 建议选用高耐腐蚀的不锈钢材质;
5. 由于产水侧存在余氯, 客户应根据自身情况考虑对产水进行脱氯处理, 推荐使用后置活性炭;
6. 需要对系统进行冲击性杀菌时, 可选用2ppm浓度的次氯酸盐溶液;
7. 对于推荐的设计范围, 请查阅北京时代沃顿科技有限公司最新版本的技术手册、设计指南, 或者向膜技术专家咨询。如果用户没有严格遵循本样本提供的操作条件, 北京时代沃顿科技有限公司将不承担由此产生的一切后果。
8. 表中所列的产水量为平均值, 单根膜元件的最低产水量与标称值的差值不超过标称值的20%。
9. 湿式膜元件出厂前都经过严格测试, 并使用1.0%的亚硫酸氢钠(冬天时还要添加10%的丙二醇防冻液)溶液进行储藏处理, 然后采用真空包装, 外包装为硬纸箱。为了防止在短期储藏、运输以及系统待机时微生物的滋长, 推荐用含1.0%亚硫酸氢钠(食品级)的保护液(用RO产出水配制)浸泡元件。
10. 运行初期第一个小时的RO产水要排放掉。
11. 在储存和运行中禁止添加任何对膜元件有影响的化学药剂, 如违反使用这类化学药剂, 北京时代沃顿科技有限公司将不承担由此产生的一切后果。

### 注意事项

1. 时代沃顿公司在本资料中提供的数据和信息都是经长期实验得出, 我们确信这些数据和信息是准确和有效的。时代沃顿不承担顾客由于未按照本书所提供的条件进行产品使用与维护所产生的一切后果。请顾客严格按照产品的设计、使用与维护要求使用并保留相关记录!
2. 由于技术进步及产品的更新换代, 产品资料可能随时改变, 敬请留意时代沃顿公司最新产品信息。

## 第三章 反渗透系统设计指南

一套完整的反渗透系统由四部分组成：预处理部分、反渗透主机（膜过滤部分）、后处理部分和系统清洗部分。针对不同的进水水源及不同要求产水水质，设计合理的反渗透系统，能降低系统污染速度，延长系统清洗周期，降低清洗频率，提高系统的长期稳定性，降低系统运行的成本。

一般的设计步骤为：

- 1) 全分析水源的水质；
- 2) 针对进水水源设计合理有效的预处理方案；
- 3) 根据产水量和产水水质要求等设计合理的反渗透膜系统；
- 4) 若要求更高的产水水质，设计后处理部分（如混床处理或EDI处理系统）；
- 5) 设计合理的化学清洗系统；
- 6) 对于大型系统，设计中试试验系统校验设计参数。

### ■ 3-1 反渗透系统预处理部分设计

#### ◆ 3-1.1 原水类型与水质分析

##### ● 3-1.1.1 原水类型

反渗透系统的原水类型按照总溶解固体含量（TDS）和有机物含量来划分：

- ① RO产水，TDS一般小于50mg/L；
- ② 自来水，TDS一般小于500mg/L；
- ③ 苦咸水，TDS一般小于5000mg/L，按照有机物含量又可分为地表水和地下水；
- ④ 亚海水，TDS一般介于5000mg/L与15000mg/L之间；
- ⑤ 海水，TDS一般在35000mg/L左右；
- ⑥ 三级废水（中水），有机物含量较高（TOC和BOD值高）。

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；但对于大型的工程项目必须进行水质全分析。

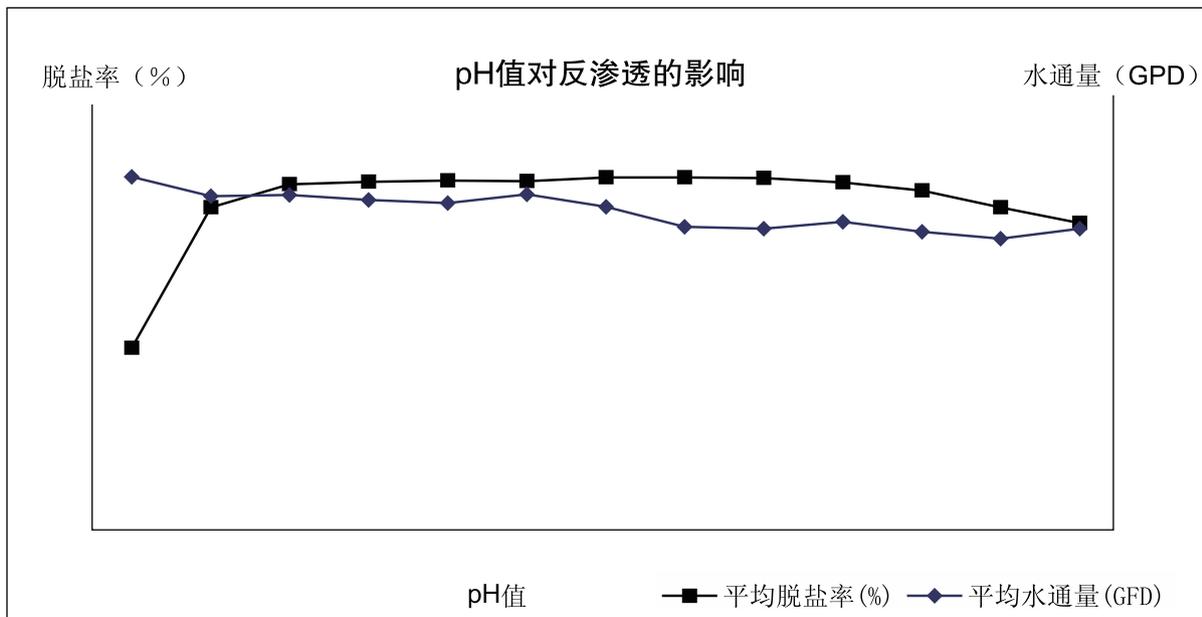
### ● 3-1.1.2 水质分析项目

原水水质决定预处理工艺流程，全面的水质分析数据是设计合理的预处理系统，保证反渗透系统长期稳定运行的重要保证。表1为时代沃顿公司推荐的反渗透系统水质分析项目表。

### ● 3-1.1.3 水质各分析项目说明及意义

#### (1) pH

原水的pH值反映了原水的酸碱性。pH=7为中性；pH=0~7为酸性；pH=7~14为碱性。由于PH的变化影响离子的脱除率即系统的脱盐率变化，RO最优的pH范围为6~8，所以pH是预处理设计中的一个重要参数。另外降低进水pH值是控制碳酸钙沉淀析出的一种有效手段。pH值对RO膜元件脱盐率的影响示意图如下图所示：



#### (2) 浊度

ISO国际标准将浊度定义为由于不溶性物质的存在而引起液体透明度的降低。根据测试所使用的浊度标准液的不同，所得的浊度数值及单位也不同。现在国际、国内通用的是以六次甲基四胺+硫酸肼反应形成浊度标准液，用散射光浊度仪测得的浊度，以NTU表示，RO系统进水要求浊度<1NTU。

表1. 反渗透系统原水水质分析表

项目名称 _____		采样时间 _____		采样地点 _____	
原水水源 _____		分析时间 _____		分析人 _____	
pH		浊度 (NTU)			水温 (°C)
SDI		电导率 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )			ORP (mV)
离子成分		ppm	meq/L	离子成分	
				ppm	meq/L
钙离子 ( $\text{Ca}^{2+}$ )				氯离子 ( $\text{Cl}^-$ )	
镁离子 ( $\text{Mg}^{2+}$ )				硫酸根 ( $\text{SO}_4^{2-}$ )	
钠离子 ( $\text{Na}^+$ )				碳酸根 ( $\text{CO}_3^{2-}$ )	
钡离子 ( $\text{Ba}^{2+}$ )				碳酸氢根 ( $\text{HCO}_3^-$ )	
锶离子 ( $\text{Sr}^{2+}$ )				磷酸根 ( $\text{PO}_4^{3-}$ )	
钾离子 ( $\text{K}^+$ )				氟离子 ( $\text{F}^-$ )	
亚铁离子 ( $\text{Fe}^{2+}$ )				硝酸根 ( $\text{NO}_3^-$ )	
铁离子 ( $\text{Fe}^{3+}$ )				二氧化硅 ( $\text{SiO}_2$ )	
铝离子 ( $\text{Al}^{3+}$ )				其它离子 (如硼离子)	
总阳离子				总阴离子	
TDS总溶解固体含量 (ppm)				生物需氧量BOD (ppm)	
硬度 ( $\text{CaCO}_3$ ppm)				化学需氧量COD (ppm)	
总碱度 (mL)				细菌个数 (个/L)	
酚酞碱度 (mL)				余氯浓度 (ppm)	

其中 $\text{Ba}^{2+}$ 和 $\text{Sr}^{2+}$ 必须分别检测到 $1\mu\text{g}/\text{L}$ (ppb)和 $1\text{mg}/\text{L}$ (ppm)数量级。

### (3) 温度

温度是反渗透系统设计中一个重要参数，必须明确。温度直接影响系统运行的压力（高压泵的选择）、膜元件数量、产水水质以及各种可能会沉淀析出的晶体的溶解度。一般情况下，温度每降低3℃，RO系统产水量降低约10%；温度每降低5℃，给水泵压力则需增加约15%；温度升高，则RO系统透盐率增加即产水电导升高，温度降低则RO系统透盐率降低即产水电导降低。

### (4) SDI值

SDI (Silt Density Index) 称为淤泥密度指数，有时也称为污染指数 (Fouling Index, FI 值)，是表征反渗透系统进水水质的重要指标，是判断反渗透进水胶体和颗粒污染程度的最好方法。SDI值的具体标准检验法在美国ASTM TEST (D189-82) 的文件中有所叙述。

右图为SDI测试仪示意图

具体测试步骤如下：

1. 首先取直径47mm、孔径0.45μm测试过滤膜片放置在测试盒内(注意膜片的正反面)，拧紧密封，将测试盒垂直放置。

2. 调节进水压力至2.1bar (30PSI) 并立即测定开始通过滤膜的500(250)毫升水所需要的时间 $T_0$ ；维持恒定压力2.1bar，连续过滤15分钟；再次测通过滤膜的500(250)毫升水所需要的时间 $T_1$ ；

3. 在测得 $T_0$ 、 $T_1$ 数据之后，计算进水的SDI值：

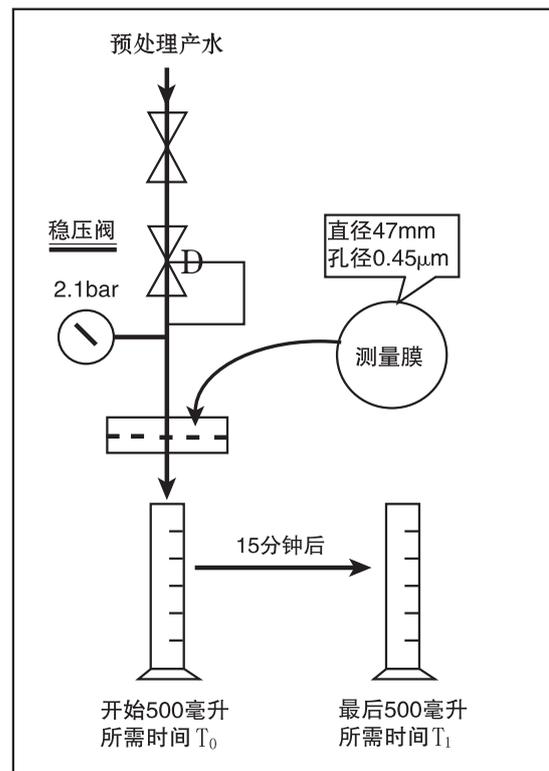
$$\text{即 } \text{SDI} = [1 - T_0/T_1] * 100/15$$

在实际工程中，RO系统要求 $\text{SDI} < 5$ ，当 $T_1$ 为 $T_0$ 的四倍时， $\text{SDI}$ 为5；在 $\text{SDI}$ 为6.7时，水会完全堵塞测试膜，而无法取得时间数据 $T_1$ ，在这种情况下需要对反渗透预处理系统进行调整，使其 $\text{SDI}$ 指标降至5.0以下。

通常RO系统给水 $\text{SDI}$ 值低于3时，膜系统的污染风险较低，设备运行一般不会出现膜系统的过快污染；当 $\text{SDI}$ 大于5时，则说明在反渗透系统运行时可能会引起严重的膜污染。

### (5) 电导率、总溶解固体含量 (TDS)

电导率是表示水中溶解离子导电能力的指标。电导率用电导率仪测量，其常用单位为微西门



SDI测试仪示意图

/厘米 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )。电导率是测量水中离子浓度的便捷方法,但不能精确反应离子的构成。电导率随离子浓度增加而升高。

TDS (总溶解固体含量) 是过滤掉悬浮物及胶体蒸发掉全部水分后剩余的无机物。TDS值可以用TDS测量仪直接测量, 或者通过测量水的电导率然后转换成TDS值。粗略算法: 对于氯化钠参考溶液, 每 $2\mu\text{S}/\text{cm}$ 的电导率对应1ppm的TDS。

### (6) 氧化还原电位ORP

氧化还原电位ORP是表征水体中氧化性物质和还原性物质多少的一种参数。氧化还原电位一般以毫伏 (mV) 为单位, 当氧化还原电位呈正值时表示水体中含氧化性物质, 当氧化还原电位呈负值时表示水体中含还原性物质。RO系统进水一般要求 $\text{ORP} < 200\text{mV}$ 。

水体中的氧化物质通常是游离性氯、臭氧等, 聚酰胺复合膜的耐氧化性比较差, VONTRON系列膜元件要求的进水游离性氯含量不超过0.1ppm。对于ORP较高的水源必须采用活性炭吸附或投加还原剂的方法去除水体中的氧化性物质。

有时自然界水体的氧化还原电位为负值, 这是因为这些水中含有 $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{SO}_3^{2-}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 等。反渗透系统对 $\text{H}_2\text{S}$ 和  $\text{Fe}^{2+}$ 也很敏感, 因为这两种物质可能会在系统内部造成胶体污染和微生物污染, 可以采用活性炭吸附、氧化沉淀、絮凝过滤、离子交换等方法在系统预处理中去除。

### (7) 离子成分

水中溶解的无机盐, 其阴阳离子结合后形成的难溶盐或微溶盐在一定温度下有一定的溶解度, 在RO系统中随着进水不断被浓缩, 超过其溶解度极限时, 它们就会在RO膜面上结垢。常见的难溶盐为 $\text{CaCO}_3$ 、 $\text{CaSO}_4$ , 其他可能会产生结垢的化合物为 $\text{CaF}_2$ 、 $\text{BaSO}_4$ 、 $\text{SrSO}_4$ 和 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 。如果原水中的阴阳离子可以形成以上难溶盐或微溶盐, 其预处理中必须考虑结垢控制措施, 防止难溶盐或微溶盐超过其溶解度而引发沉淀与结垢。可以借助VONTRON的RO系统辅助软件 (RODesign) 或其他RO设计软件来判断在设计回收率条件下难溶盐或微溶盐是否会沉淀。

### (8) 硬度

水的硬度是指水中钙、镁离子的浓度, 硬度单位是 $\text{mg}/\text{L}$ 以 $\text{CaCO}_3$ 计 ( $\text{mg}/\text{L}$  as  $\text{CaCO}_3$ )。对于硬度和碱度都较高的水源, 预处理工艺中应特别注意防止 $\text{CaCO}_3$ 结垢。

	硬 度	
	Meq/L	mg/L as $\text{CaCO}_3$
软(soft)	<1	<50
中度(moderately hard)	1~3	50~150
硬(hard)	3~6	150~300
高硬(very hard)	>6	>300

## 9) 碱度

碱度是指水中能与强酸（一般用0.1mol/L的HCl标准溶液）反应的碱性物质的含量。碱度主要是表征水中重碳酸根（ $\text{HCO}_3^-$ ）、碳酸根（ $\text{CO}_3^{2-}$ ）、氢氧根离子含量，分为酚酞碱度和总碱度。滴定时，用酚酞作指示剂（指示终点pH=8.3）测得的碱度称为酚酞碱度；用甲基橙作指示剂（指示终点pH=4.4~4.5）测得的碱度称为甲基橙碱度，又称总碱度，因此酚酞碱度只是总碱度的一部分。酚酞碱度和总碱度间有一定的关系，如表2：

表2. 碱度同水中所含部分离子的关系

M和P的关系	水中各类碱度的含量		
	$\text{HCO}_3^-$	$\text{CO}_3^{2-}$	$\text{OH}^-$
M=0即A=P	0	0	A
A>2P即M>P	M-P	2P	0
A<2P即M<P	0	2M	P-M
A=2P即M=P	0	A	0
P=0即A=M	A=M	0	0

注：1. 滴定所用的HCl标准液浓度为0.1mol/L；

2. P指用酚酞作指示剂时所用标准溶液体积；M指用酚酞作后继续用甲基橙作指示剂时，所用标准溶液体积；

3.  $A=M+P$ ，即标准溶液的总消耗量。

## (10) COD、BOD、TOC

水处理中一般用化学需氧量（COD）、生化需氧量（BOD）、总有机碳（TOC）三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。

1) 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。测定方法有重铬酸钾法（ $\text{COD}_{\text{Cr}}$ ）和酸性高锰酸钾法（ $\text{COD}_{\text{Mn}}$ ）两种。重铬酸钾法多用于对工业废水的测定，对于天然水体，多采用酸性高锰酸钾法。由于重铬酸钾的氧化性比高锰酸钾强，通常情况下 $\text{COD}_{\text{Cr}}$ 大于 $\text{COD}_{\text{Mn}}$ 。

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）。目前国内外普遍采用20℃5天培养时间

所消耗的氧作为指标,称为BOD<sub>5</sub>。

BOD<sub>5</sub>与COD<sub>Cr</sub>的比值称为可生化性,表示水体所含的有机物中可由生物降解的有机物的含量,比值越高,可生化性越好,生化处理出水的有机物含量就越低;比值低则与此相反。

2) 总有机碳(TOC):是以碳的含量表示水体中有机物质总量的综合指标。TOC的测定采用燃烧法,能将有机物全部氧化,它比耗氧量更能直接表示有机物的总量,因此常被用来评价水体中有机物污染的程度。但是TOC的测定方法较复杂,对检测设备的要求很高,而且不能准确测定水中有机物的含量。

#### (11) 二氧化硅(SiO<sub>2</sub>)

大多数水源溶解性二氧化硅(SiO<sub>2</sub>)的含量在1~100mg/L。过饱和SiO<sub>2</sub>能够自动聚合形成不溶性的胶体硅或胶状硅,引起膜的污染。SiO<sub>2</sub>污染是反渗透膜元件污染中比较严重的一种,因为一旦发生沉淀,极难进行清除。对含SiO<sub>2</sub>的水源可采取投加阻垢剂、调节pH值(SiO<sub>2</sub>在pH=7~7.8范围溶解度最低)、石灰纯碱软化、降低回收率,提高进水温度等工艺处理。

### ◆ 3-1.2 反渗透预处理工艺中常用的水处理方法

对于反渗透膜元件而言,绝大多数情况下的水源是不能直接进入反渗透膜元件,因为其中所含的杂质会污染膜元件,影响系统的稳定运行和膜元件的使用寿命。预处理就是根据原水中杂质的特性,采取合适的工艺对其进行处理,使其达到反渗透膜元件的进水要求的过程,因其在整个水处理工艺流程中的位置在反渗透之前,所以称为预处理。

对于反渗透系统,习惯地把进水分为地下水、自来水、地表水、海水、废水(中水)等,这些水体受各种因素的影响,不同的地理条件,不同的季节气候导致水体的特性及其所含的杂质有所不同,因此反渗透预处理工艺也会有所不同。合理地预处理应该能满足如下要求:

1. 反渗透预处理必须能够去除原水中的对膜产生污染的物质,达到膜元件的进水要求;
2. 反渗透预处理必须考虑水质的变化(如季节性的水量、水温等),防止原水水质波动时影响整个系统的稳定运行;
3. 反渗透预处理工艺必须能够高效、稳定的运行,同时尽量简化流程,降低投资和运行成本。

反渗透膜进水水质要求指标如表3所示:

表3. 反渗透膜进水水质指标

项目	反渗透RO (卷式聚酰胺复合膜)	超标后可能造成的反渗透膜 元件污染类型
1	色度(度)	有机物污染
2	浊度(度)	<1 淤泥、泥沙污染
3	淤塞密度指数SDI值	<5 淤泥、泥沙、胶体污染
4	pH值	3~10 膜元件水解
5	水温(°C)	5~45 过低的温度导致过高的压力 系统不经济；高温将导致膜 不可逆的性能衰减
6	硬度(Ca、Mg)(mg/L)	无机盐结垢
7	碱度(HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )(mg/L)	碳酸盐结垢
8	COD <sub>Mn</sub> (O <sub>2</sub> ,mg/L)	<15 有机物污染
9	TOC(mg/L)	<2 有机物污染
10	游离氯(mg/L)	普通膜<0.1 抗氧化膜无要求 膜元件氧化
11	铁(总铁计)(mg/L)	<0.05 铁污染
12	锰(mg/L)	<0.1 锰污染
13	阳离子、两性、中性表面 活性剂(mg/L)	检不出 不可逆的产水量衰减
14	洗涤剂、油分、H <sub>2</sub> S等(mg/L)	检不出 有机物、油污污染
15	沉淀物盐等(mg/L)	浓水不发生沉淀 无机盐结垢

### ● 3-1.2.1 絮凝和絮凝过滤

絮凝处理的对象是原水中的小颗粒悬浮物和胶体。絮凝的原理是通过添加化学药剂,使水中的这些杂质形成大颗粒絮状物,然后在重力作用下沉淀,与水分离。絮凝过滤是指在水中加入絮凝剂,水与絮凝剂在流经砂滤器的过程中反复接触进行絮凝反应,当生成的絮状体达到一定体积后则被截留在砂柱空隙之间,这些被截留的絮状体进一步吸附所流过水中的细小矾花,从而使水质得到澄清。絮凝过滤对胶体硅也有一定效果。

#### ○ 3-1.2.1.1 絮凝剂

常用的絮凝剂种类较多,一般多为铝盐、铁盐或有机絮凝剂,当单独使用一种絮凝剂不能取得较好效果时,还可添加助凝剂。投加助凝剂有两个目的,一是改善絮体结构,使其颗粒更大,利于沉淀;二是调整原水pH值,使其达到最佳絮凝效果。表4即是常见的絮凝剂和助凝剂。

絮凝过滤只能使用在进水浊度小于70度的原水中,这种进水一般多为自来水或地下水,对于高浊度水源(如地表水、废水等),需要跟其他水处理工艺联合处理,才能达到反渗透系统的进水要求。

正确选择水体最适合的絮凝剂品种及其最佳投加量,最好通过一定的实验来确定。过量的投加絮凝剂也会造成膜元件污染,尤其是使用二价铁盐和铝盐时,在使用这两种絮凝剂时需定时检测出水的 $Fe^{2+}$ 和 $Al^{3+}$ 离子浓度,防止膜元件的胶体污染。使用离子型聚合物絮凝剂时,也要防止阳离子型聚合物对普通带负电的膜元件和阴离子型聚合物对带正电膜元件的影响。絮凝剂的使用还必须保证不会同系统中添加的其它化学物质如阻垢剂等发生反应,具体的兼容性请咨询相关药剂的生产厂家。

表4. 常用的絮凝剂与助凝剂种类及絮凝效果

絮凝剂种类		适用pH	絮凝效果
无机盐类 混凝剂	硫酸铝 $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$	6~8	在水温低的情况下,絮粒较轻而疏松,处理效果较差
	硫酸铝钾(明矾) $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$	6~8	硫酸铝和硫酸钾的复盐,其中硫酸钾不起混凝作用,故投加量较硫酸铝大
	三氯化铁 $FeCl_3 \cdot 6H_2O$	4~11	处理浊度较高和水温较低的原水时,混凝效果比较显著。但易吸水潮解,对金属、混凝土均产生腐蚀
	硫酸亚铁 $FeSO_4 \cdot 7H_2O$	4~11	产生的絮粒重,沉降快,效果稳定,受水温影响小。但反应后产生溶解度大的 $Fe(OH)_2$ ,需经氧化去除
无机高分子 混凝剂	碱式氯化铝(PAC) $[Al_2(OH)_nCl_{6-n}]_m$ 式中 $n \leq 5, m \leq 10$	6~8	对各种水质适应性较强,絮凝过程中最优pH值范围较广,对低温水效果也较好,絮粒形成较快且颗粒大而重,投加后原水碱度降低较少,投量较硫酸铝为少
	聚合硫酸铁 $[Fe_2(OH)_n(SO_4)_{3-n/2}]_m$ 式中 $n < 2, m > 10$	4~11	用量少,效果好(特别是脱色效果好),腐蚀性小,适用的pH范围广,残留铁量少
	聚合硫酸铝(PAS) $[Al_2(OH)_n(SO_4)_{3-n/2}]_m$ 式中 $1 \leq n \leq 6, m < 10$	6~8	具有与聚合氯化铝相似的絮凝性能,并具有较好的脱色、除氟和去除高浊度水浊度的性能。用PAS处理后的水中残余铝量低,可过滤性强
有机高分子 絮凝剂	聚丙烯酰胺(PAM)	8以上,也可用在不太强的酸性水溶液中	使用最为广泛的人工合成有机高分子絮凝剂,一般控制其水解度30%~40%,配合铝盐或铁盐作用,效果更佳
	阴离子型聚合物	6以上	具有优良的絮凝效果,但价格较昂贵,不能使用在带正电的低污染膜元件的预处理中
	阳离子型聚合物	6以上	具有优良的絮凝效果,但价格较昂贵,不能使用在普通表面带负电的反渗透膜元件的预处理中
助凝剂	硅酸类,如活化硅酸粘土等	小于9	作助凝剂很有效,但制备方法不易控制,使用期限有限
	pH、碱度调节剂		常用盐酸、硫酸、石灰、氢氧化钠等
	氧化还原剂		用于铁、锰、氨氮的氧化,臭味的去除等

### ○ 3-1.2.1.2 絮凝过滤的设计条件和设备选用

设计条件：浊度小于70度的原水，一般采用多介质过滤，可采用重力式过滤或压力式过滤器。滤料的要求与普通双滤料滤池不同，颗粒较大，如下表：

滤料材质	粒径 (mm)	不均匀系数	滤层厚度 (mm)	滤速 (m/h)
无烟煤	1.2~1.8	1.3	400~600	6~10
石英砂	0.5~1.0	1.5	400~600	6~10

滤池冲洗强度：15—17L/(S·M<sup>2</sup>)

冲洗时间：5—10min

重力或滤池最大水头损失：2.5—3m

压力或滤池最大水头损失：10m，一般采用5m

石英砂过滤器使用前应冲洗：10—15小时。

滤料中的无烟煤要求在酸碱中稳定，石英砂要求耐酸，在碱性溶液中有微量的溶出。采用絮凝过滤时用铁盐作絮凝剂的效果优于铝盐。过滤器的设计产水量应包含后续处理工艺的耗水量和过滤器自身的耗水量即冲洗水量。

### ● 3-1.2.2 吸附

吸附法是利用多孔性固体物质，吸附水中的某些污染物质在其表面，从而达到净化水体的方法。吸附法能去除的污染物包括：有机物、胶体、余氯，还能去除色度和臭味等。常用的吸附剂有活性炭，大孔吸附剂等，其形态分为粉末状和颗粒状。目前最常用的是颗粒状活性炭。

#### ○ 3-1.2.2.1 活性炭吸附

活性炭是用烟煤、无烟煤、果壳或木屑等多种原料经碳化和活化处理制成的黑色多孔颗粒。活性炭的物理特性主要指孔隙结构及其分布，在活化过程中形成各种形状和大小的孔隙，因而形成了巨大的比表面积，与水的接触面极大，因而吸附能力很强。活性炭不仅能吸附水中的各种污染物，还可以吸附废气中的SO<sub>2</sub>等污染物，因此在环保、水处理等领域有着广泛的用途。

高品质的活性炭比表面积一般在1000m<sup>2</sup>/g以上，孔隙总容积一般可达0.6~1.18cm<sup>3</sup>/g，孔径由0.001—10μm，按孔隙大小可分为大孔、过渡孔和微孔。它们的吸附能力也不同，如下表。活性

炭产品有许多指标,表5为中华人民共和国国家标准GB/T7701.4-1997《净化水用煤质活性炭》,请参考使用。

表5. 净化水用煤质颗粒活性炭技术指标

项 目	指 标		
	优级品	一级品	合格品
孔容积 (cm <sup>3</sup> /g)	≥0.65		
比表面积(m <sup>2</sup> /g)	≥900		
飘浮率 (%)	≤2		
pH值	6~10		
苯酚吸附值 (mg/g)	≥140		
水分 (%)	≤5.0		
强度 (%)	≥85		
碘吸附值 (mg/g)	≥1050	900~1049	800~899
亚甲蓝吸附值 (mg/g)	≥180	150~179	120~149
灰分 (%)	≤10	11~15	—
装填密度 (g/L)	380~500	450~520	480~560
粒度 (%)	>2.50mm	≤2	
	1.25~2.50mm	≥83	
	1.00~1.25mm	≤14	
	<1.00mm	≤1	

### ○ 3-1.2.2.2 活性炭柱（过滤器）的设计

活性炭柱有压力式和重力式等多种形式。反渗透预处理中常用压力式活性炭柱，其形式和结构与机械过滤器类似。

活性炭过滤器可以做成单纯的活性炭柱，也可与石英砂组合成石英砂活性炭过滤柱，即可吸附余氯，有机物，又可去除悬浮固体。作石英砂活性炭过滤器，底部装0.2~0.5m厚承托层和石英砂滤料层，在其上装1.0~1.5m厚的活性炭，滤速为6~12m/h，但由于其填料层厚度较低，只能用于水质条件较好，悬浮物、余氯含量低的场合。还有单纯的活性炭过滤器，承托层上无石英砂，活性炭填料高度2.0~3.0m，滤速3~10m/h，反冲洗强度4~12L/(s×m<sup>2</sup>)。

### ○ 3-1.2.2.3 活性炭使用时注意事项

1) 活性炭在装入过滤器前应在清水中浸泡，冲洗去除污染物，装入过滤器后用5%HC1和4%NaOH溶液交替处理1~3次，滤速用10~21m/h，用量约为活性炭体积的3倍左右，然后冲洗8~10h。

2) 使用前应尽量去除水中的悬浮物和胶体，防止堵塞活性炭的微孔，一般进水要求悬浮物小于3~5mg/L。

3) 活性炭过滤器吸附终点的判断，应根据去除物质的性质而定。反渗透预处理中活性炭的作用主要是去除余氯，应控制出水余氯含量小于0.1mg/L，一旦超过，请及时对活性炭进行更换或者再生。

### ● 3-1.2.3 精密过滤器（保安过滤器）

精密过滤也称微孔过滤、保安过滤，它采用加工成型的滤材，如滤布、滤纸、滤网、滤芯等，用以去除极微小的颗粒。

普通砂滤能够去除很小的固体颗粒，使出水浊度达到1左右，但出水仍然含有大量粒径在1~5μm的颗粒，这些颗粒是砂滤无法去除的，虽然颗粒极小，可是如果直接进入反渗透主机，在RO膜的浓缩作用下，仍然会造成膜元件的污染，要去除这些颗粒，就必须采用精密过滤。

精密过滤器常设置在压力过滤器之后，有时也设置在整个预处理工艺的末端防止破碎的滤料、活性炭、树脂等进入反渗透系统，尽量做到不将上道工序产生的微粒带到下一道工序中去。滤孔孔径应与水中所含杂质的粒相匹配，避免过粗或过细。

精密过滤器的进水和出水口应设置压力表，其差值可以判断精密过滤器中滤芯的污染程度，一般当差值大于15psi(0.1MPa)时，便需要更换其中的滤芯。

表6. 常用精密过滤材料过滤精度

材料	去除微粒的最小粒 ( $\mu\text{m}$ )	材料	去除微粒的最小粒径 ( $\mu\text{m}$ )
天然及合成纤维织布	100~10	泡沫塑料	10~1
一般网过滤	10000~10	玻璃纤维纸	8~0.03
尼龙编织网滤芯	75~1	烧结陶瓷(或烧结塑料)	100~1
纤维纸	30~3	微孔滤膜	5~0.1

### ● 3-1.2.4 氧化

氧化是利用强氧化剂氧化分解水中污染物的一种化学处理方法。对于反渗透系统预处理而言，氧化通常是为了去除两类物质：

- ① 有机物
- ② 铁、锰

同时，氧化还可去除水中的色、味、臭及微生物等。氧化与絮凝、过滤、吸附等处理方式结合使用，可以达到良好的预处理效果。常用氧化剂主要有氯系和氧系两类，另外还可用 $\text{KMnO}_4$ 等。

氯系： $\text{Cl}_2$ 、 $\text{ClO}_2$ 、 $\text{NaClO}$ 等

氧系： $\text{O}_3$ 、 $\text{H}_2\text{O}_2$ 等

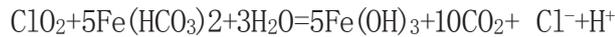
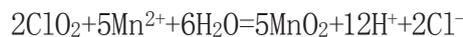
#### 1) 去除有机物

反渗透进水要求总有机碳 $\text{TOC} < 2\text{mg/L}$ ，过高的有机物将造成膜元件污染，必须在预处理中去除。从理论上讲，只要投入足够量的 $\text{O}_3$ 、 $\text{ClO}_2$ 、 $\text{Cl}_2$ 等强氧化剂，可将大多数有机物彻底氧化为无机物，但氧化剂投加大，反应时间长，成本较高，而且可能会产生有害的副产物。在RO预处理中通常只需用强氧化剂打断有机物的长链，转换为小分子有机物，再用吸附等工艺去除。

#### 2) 去除 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Mn}^{2+}$ 等

通常自然界的水体中尤其是地下水都呈还原态，原因是其中含 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{H}_2\text{S}$ 等还原态物质。 $\text{Fe}^{2+}$ 是造成膜元件铁污染和胶体污染的原因之一，在反渗透进水中，即使 $\text{Fe}^{2+}$ 的含量低

于0.1mg/L 仍可能形成铁污染,所以在处理此类水源时,多采用氧化法将 $Fe^{2+}$ 、 $Mn^{2+}$ 转化为难溶 $Fe^{3+}$ 和 $MnO_2$ ,然后过滤去除。常用 $ClO_2$ 、 $O_2$ 、 $Cl_2$ 氧化,其反应方程式如下:



$ClO_2$ 对铁、锰的去除率比 $Cl_2$ 高,对以铁、锰含量高的水源,建议采用 $ClO_2$ 氧化去除。

需要注意,普通聚酰胺复合膜耐氧化性较差,以余氯计VONTRON膜元件所能承受的最高进水余氯含量为0.1mg/L,因此在添加氧化剂的预处理中,还必须设置相应工艺去除残余的氧化剂,通常采用活性炭吸附或投加还原剂( $NaHSO_3$ )。

### ● 3-1.2.5 杀菌消毒

自然界的水体均含有微生物,包括细菌、真菌、藻类、病毒、原生动物等。含有微生物的原水若不经杀菌处理直接进入反渗透膜元件,微生物会在反渗透浓缩作用下,富集在膜元件表面,形成微生物膜,严重影响膜元件的产水量和脱盐率,造成压力降增加,出现望远镜现象。而且膜元件出现微生物污染后,进行清洗的效果都不是很好,所以对含微生物的原水,尤其是地表水、海水、废水,必须在预处理中采取杀菌措施。针对此类水源建议选用抗氧化反渗透膜元件,便于简化预处理并且不存在膜元件被氧化的风险。常用的杀菌工艺包括物理杀菌和化学杀菌。

#### 1) 物理杀菌主要是采用紫外线杀菌

波长为254纳米的紫外线杀菌效果最好。细菌受紫外线照射后,紫外光谱能量被细菌核酸所吸收,其活力发生改变,菌体内的蛋白质和酶的合成发生障碍,导致微生物发生变异或死亡。

#### 2) 化学杀菌主要是采用投加杀菌剂达到灭菌的效果

化学杀菌剂分为氧化性杀菌剂和非氧化性杀菌剂。氧化杀菌剂包括 $Cl_2$ 、 $ClO_2$ 、 $O_3$ 等;非氧化性杀菌剂主要是一些有机物,如DBNPA、异噻唑啉酮、甲醛等。

使用氧化性杀菌剂时一定要注意,普通聚酰胺复合膜耐氧化性较差,以余氯计VONTRON膜元件所能承受的最高进水余氯含量为0.1mg/L,因此在添加氧化杀菌剂的预处理中,还必须设置相应工艺去除残余的氧化剂,通常采用活性炭吸附或投加还原剂( $NaHSO_3$ )。

### ● 3-1.2.6 针对难溶盐预防结垢

无机盐结垢是反渗透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,如果不经过处理直接进入膜元件,在反渗透浓缩作用下,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CaCO<sub>3</sub>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CaCO<sub>3</sub>结垢倾向的指标。

计算公式如下:

$$\begin{aligned} \text{LSI} &= \text{pHc} - \text{pHs} & \text{TDS} &\leq 10000\text{ppm} \\ \text{S\&DSI} &= \text{pHc} - \text{pHs} & \text{TDS} &> 10000\text{ppm} \\ \text{pHc} &\text{指浓水pH值} & \text{pHs} &\text{指CaCO}_3\text{饱和时的pH值} \end{aligned}$$

当LSI或者S&DSI $\geq$ 0时就会出现CaCO<sub>3</sub>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。阻垢剂主要分三类:六偏磷酸钠、有机小分子磷酸盐和多聚丙烯酸盐,其优缺点如表7,表8是常见难溶化合物溶度积常数。

表7. 常用阻垢剂的性能比较

阻垢剂成分	阻垢效果	优点	缺点
六偏磷酸钠	差,只能保证LSI $\leq$ 0.8时不发生碳酸钙结垢	价格低廉	阻垢效果有限,而且不稳定,易水解,有产生磷酸钙结垢的风险
有机小分子磷酸盐	好,LSI $\leq$ 2.0时不发生碳酸钙结垢	阻垢效果好	价格较高
多聚丙烯酸盐	好,LSI $\leq$ 3.0时不发生碳酸钙结垢	阻垢效果好	价格较高

表8. 难溶化合物溶度积常数 (291~298K)

名称	分子式	Ksp	pKsp	名称	分子式	Ksp	pKsp
碳酸钡	BaCO <sub>3</sub>	5.1×10 <sup>-9</sup>	8.29	碳酸镍	NiCO <sub>3</sub>	6.6×10 <sup>-9</sup>	8.18
氟化钡	BaF <sub>2</sub>	1.0×10 <sup>-6</sup>	6.00	碳酸铅	PbCO <sub>3</sub>	7.4×10 <sup>-14</sup>	13.13
硫酸钡	BaSO <sub>4</sub>	1.1×10 <sup>-10</sup>	9.96	氯化铅	PbCl <sub>2</sub>	1.6×10 <sup>-5</sup>	4.79
碳酸钙	CaCO <sub>3</sub>	2.9×10 <sup>-9</sup>	8.54	碳酸锌	ZnCO <sub>3</sub>	1.4×10 <sup>-11</sup>	10.84
氟化钙	CaF <sub>2</sub>	2.7×10 <sup>-11</sup>	10.57	氢氧化锌	Zn(OH) <sub>2</sub>	1.2×10 <sup>-17</sup>	16.92
磷酸钙	Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	2.0×10 <sup>-29</sup>	28.70	磷酸锌	Zn <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	9.1×10 <sup>-33</sup>	32.04
硫酸钙	CaSO <sub>4</sub>	9.1×10 <sup>-6</sup>	5.04	硫化锌	ZnS	1.2×10 <sup>-23</sup>	22.92
氢氧化钙	Ca(OH) <sub>2</sub>	1.55×10 <sup>-6</sup>	5.81	碳酸亚铁	FeCO <sub>3</sub>	3.2×10 <sup>-11</sup>	10.50
氢氧化铜	Cu(OH) <sub>2</sub>	5.6×10 <sup>-20</sup>	19.25	氢氧化亚铁	Fe(OH) <sub>2</sub>	1.6×10 <sup>-14</sup>	13.80
硫化铜	CuS	8.5×10 <sup>-45</sup>	44.07	硫化亚铁	FeS	6.3×10 <sup>-18</sup>	17.20
氯化铜	CuCl <sub>2</sub>	1.2×10 <sup>-6</sup>	5.92	氢氧化铁	Fe(OH) <sub>3</sub>	1.1×10 <sup>-36</sup>	35.96
碳酸镁	MgCO <sub>3</sub>	3.5×10 <sup>-8</sup>	7.46	磷酸亚铁	FePO <sub>4</sub>	1.3×10 <sup>-22</sup>	21.89
氟化镁	MgF <sub>2</sub>	6.4×10 <sup>-9</sup>	8.19	硫酸铅	PbSO <sub>4</sub>	1.6×10 <sup>-8</sup>	7.80
氢氧化镁	Mg(OH) <sub>2</sub>	1.2×10 <sup>-11</sup>	10.92	碳酸锶	SrCO <sub>3</sub>	1.1×10 <sup>-10</sup>	9.96
氮化磷酸镁	MgNH <sub>4</sub> PO <sub>4</sub>	2.0×10 <sup>-13</sup>	12.70	硫酸锶	SrSO <sub>4</sub>	3.2×10 <sup>-7</sup>	6.49
碳酸锰	MnCO <sub>3</sub>	1.8×10 <sup>-11</sup>	10.74	氟化锶	SrF <sub>2</sub>	2.4×10 <sup>-9</sup>	8.61
氢氧化锰	Mn(OH) <sub>2</sub>	4.0×10 <sup>-14</sup>	13.40	氢氧化铝	Al(OH) <sub>3</sub>	2.0×10 <sup>-33</sup>	32.70

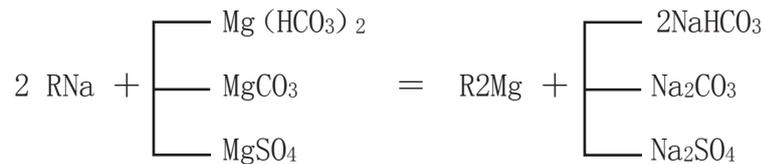
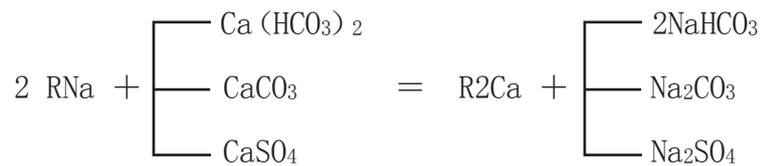
## ● 3-1.2.7 软化

软化是指采用化学方法，去除水体中硬度的处理方法。分为离子交换软化和药剂软化两种。

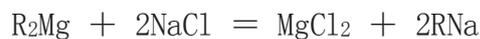
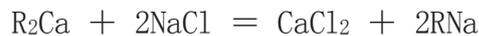
药剂软化是根据溶度积原理，使水中所含硬度在适当条件下转化为难溶化合物而去除的过程。药剂软化通常采用石灰软化工艺，可以有效降低钙、镁、钡等离子浓度，但由于要使用专用反应器，而且产水pH值会升高，运行成本较高，一般用在大型苦咸水系统中，目前反渗透预处理常用的软化方法是离子交换软化。

离子交换软化是指采用离子交换剂，将水体中硬度组成部分钙镁等离子同离子交换剂有效交换基团（通常是钠离子）反应，从而使水质达到软化的效果。其原理如下：

交换：



再生：



由于离子交换软化需要进行树脂再生，耗费再生液，同时也会有高浓度含盐废水产生，对于高硬度水经济性较差，因而使用条件受限，目前只有小型系统使用，大中型系统一般采用添加阻垢剂来防止无机盐结垢污染。

● 3-1.2.8 典型预处理方法针对不同污染物处理效果一览表

预处理措施	CaCO <sub>3</sub>	CaSO <sub>4</sub>	BaSO <sub>4</sub>	SrSO <sub>4</sub>	CaF <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	SDI	Fe	细菌	氧化剂	有机物
加酸调PH	▲							△			
投加阻垢剂	△	▲	▲	▲	▲	△					
离子树脂软化	▲	▲	▲	▲	▲						
多介质过滤						△	△	△			
絮凝—助凝						△	▲	△			
微滤 / 超滤						▲	▲	△	△		▲
精密滤芯过滤						△	△	△	△		
粒状活性炭 过滤										▲	▲
加还原剂										▲	
氯化氧化消毒									▲		
冲击杀菌处理									△		
氧化—过滤							△	▲			
石灰软化	△	△	△	△	△	△	△	△			
预防性清洗	△					△	△	△	△		△
调节操作参数 (pH、回 率)		△	△	△	△	▲					

说明: 表中的 △ 一般有效 ▲ 非常有效

可针对原水中的污染物, 根据上表中提供的有效的预处理措施设计合理的预处理

### ◆ 3-1.3 普通反渗透膜和抗氧化反渗透膜常用预处理工艺对比

普通反渗透膜耐受自由氯攻击约1000PPm·h, 要求膜元件进水中余氯<0.1ppm, 不能含有氧化性物质, 否则膜元件将会被氧化; 而抗氧化反渗透膜耐受自由氯攻击约26000ppm·h (脱盐率

仍>98%)，若进水中余氯=0.5ppm，则膜元件使用3年仍能保持98%以上的脱盐率。由于抗氧化膜的耐余氯氧化能力远远高于普通膜，所以预处理中针对去除余氯(或其他氧化物质)的处理单元在使用抗氧化膜元件可以省掉，减少投资。

### 1. 进水为自来水的预处理

普通膜：多介质过滤/超滤+活性炭/加还原剂+软化/加阻垢剂+反渗透

抗氧化膜：多介质过滤/超滤+软化/加阻垢剂+反渗透

### 2. 进水为地下水的预处理

普通膜：多介质过滤/超滤+软化/加阻垢剂+反渗透

抗氧化膜：多介质过滤/超滤+软化/加阻垢剂+反渗透

### 3. 进水为地表水的预处理

普通膜：加NaClO+多介质过滤/超滤+活性炭/加还原剂+软化/阻垢剂+反渗透

抗氧化膜：加NaClO+多介质过滤/超滤+软化/加阻垢剂+反渗透

### 4. 海水淡化

普通膜：杀菌+多介质过滤/超滤+活性炭/加还原剂+加阻垢剂+反渗透

抗氧化膜：杀菌+多介质过滤/超滤+加阻垢剂+反渗透

### 5. 生化污水回用

普通膜：杀菌+多介质过滤/超滤+活性炭/加还原剂+反渗透

抗氧化膜：杀菌+多介质过滤/超滤+反渗透

### 6. 工业废水回用(电镀废水等)

普通膜：化学沉淀+氧化处理+絮凝沉淀+多介质过滤+活性炭吸附+反渗透

抗氧化膜：化学沉淀+氧化处理+絮凝沉淀+多介质过滤+反渗透

#### 注意：

1. 时代沃顿公司提供的数据是经过长期实验得出的有效值，但由于无法控制用户的使用方法和使用条件，时代沃顿公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安全及适用性的保证，建议用户进行相应的实验以验证其安全性和适用性。

2. 由于技术改进和产品更新，所有资料都可能随时改变，无需事先声明，请留意时代沃顿公司最新技术手册和公司网站：[WWW.VONTRON.COM](http://WWW.VONTRON.COM)

## ■ 3-2 反渗透膜过滤系统的设计

反渗透膜过滤系统的设计包括膜元件、压力容器排列、高压泵、管道、仪器仪表等。设计者的职责是使所设计的系统尽可能降低操作压力和膜元件的成本，但尽可能提高产水量和回收率以及系统的长期稳定性与清洗维护费用(故障率低，可采用低廉药品进行有效清洗)。

### ◆ 3-2.1 VONTRON膜元件的设计导则

对膜系统设计影响最大的因素是进水的污堵倾向，膜元件污堵是由于进水中存在颗粒物、胶体物质、有机物等并在膜面沉积，污堵物沉积速度随着系统平均产水率(单位膜面积上的产水负荷)和元件回收率(影响浓差极化度)的增加而增加。因此，过高的系统平均产水率和系统回收率很容易产生更高的污堵速率和更频繁的清洗。

设计导则是根据不同类型的水源中大量的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。

VONTRON膜元件系统设计导则

给水类型		RO产水 SDI<1	地下水 SDI<3	自来水 SDI<3	地表水 SDI<5	海水 SDI<3	废水 SDI<3
推荐系统产水率 (GFD)		25~30	20~25	16~20	12~16	8~12	8~12
元件最大回收率 (%)		30	20	20	15	10	10
最大产水量 m <sup>3</sup> /h	2540膜元件	0.13	0.11	0.09	0.08	0.066	0.066
	4040膜元件	0.38	0.32	0.25	0.23	0.19	0.19
	8040膜元件 (365ft <sup>2</sup> )	1.73	1.44	1.14	1.04	0.87	0.87
	8040膜元件 (400ft <sup>2</sup> )	1.90	1.58	1.26	1.14	0.95	0.95

### ◆ 3-2.2 RO膜系统的设计步骤

(1) 收集、了解进水水源、水质及变动情况，确定选用膜元件的类型、系统平均产水率(gfd或L/m<sup>2</sup>h)。

根据进水水源水质特性，选择合适的膜元件类型。进水电导小于1000μs/cm，且超低压膜脱盐率满足要求，则选用超低压膜元件(ULP)；进水为苦咸水则选用苦咸水系列(LP)；进水中含有

氧化性物质则选抗氧化系列 (HOR)；废水回用则选择抗污染膜 (FR) 或抗氧化膜；海水淡化则选用海水膜系列 (SW)。系统产水量 < 3吨/小时则选择4040或更小尺寸的膜元件，系统产水量 ≥ 3吨/小时则选择8040膜元件。

“系统平均产水率”可根据现场试验数据、经验数据确定，或者根据水源类型查阅设计导则，找出推荐的系统平均产水率。

(2) 根据产水流量、回收率以及产水水质，确定系统串联元件数、段数及级数

**级：**指原水的渗透次数，即产水透过反渗透膜元件的次数。多级系统可以提高最终产水水质，但降低了系统回收率。一级反渗透的脱盐率可达98%~99%，因而多级反渗透可实现99.5%以上的脱盐率。

**段：**指原水流经压力容器的次数，即浓缩水流经不同压力容器的次数。

采用多段系统可以在实现高系统回收率情况下，避免末端膜元件浓水流量偏小和回收率高导致的污染加剧。段的层次有时不像级那么清晰，流经了数个压力容器，但未必是多段，如某些场地条件下无法使用较长的压力容器，就采用多个短容器串联，所以确定RO系统段数时可以留意，进水分成几部分，分别进入压力容器后是否重新混合，每次进水（浓水）的重新混合就标志每一段的结束。

根据期望的设计回收率确定需要串联膜元件数。但是串联过多的膜元件，将导致最后的膜元件回收率上升，增加发生无机盐结垢的风险，所以一般很少采用能串联6支以上膜元件的压力容器，多采用分段方法。目前，多数反渗透膜系统采用两段的形式，三段或多于三段的系统只在回收率要求很高或浓缩时采用。当要求回收率较高而膜元件较少时，可考虑浓水回流。回收率与串联膜元件数的关系如下：

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

(3) 计算所需的膜元件数量 $N_{\text{膜元件}}$ 及所需的压力容器数

膜元件数 $N_{\text{膜元件}} = \text{设计产水量} / (\text{系统平均产水率} \times \text{膜面积})$ ;

压力容器数=膜元件数总数 $N_{\text{膜元件}}$ /单支压力容器装膜元件数,结果取整。

(4) 排列方式的确定

对于多段系统,正常运行时,由于进水流经每根膜元件都会有部分透过膜元件成为产水,使得进入下一支膜元件的水流量降低,因此为了保证每一段的进水流量足够大(保证膜表面的冲刷力),防止污染物在膜表面的沉积,后一段压力容器数量都比前一段的压力容器数量少,前后相邻两段的压力容器数量的比值一般在4:3到3:1之间,较高的比值可以有效的增加后段的进水流量,较低的比值可以降低前一段中各支膜元件的回收率。一般在3:2到2:1之间较为常见,多为2:1。

(5) 使用设计软件进行模拟

将上述得出的数据,输入到VONTRON辅助设计软件ROdesign中,进行相应的模拟计算,并根据计算结果进行相应的优化调整。

举例如下:

假定:水源为自来水,SDI15<5;要求产水量100m<sup>3</sup>/h;回收率75%;进水电导500μs/cm,产水电导符合纯净水标准。

第1步:水源为自来水,进水电导500μs/cm,产水电导符合纯净水标准即<10μs/cm,则要求系统脱盐率>98%,可选择ULP系列膜元件(如ULP21-8040)。“系统平均产水率”根据“水源为自来水,SDI15<5”查设计导则可知“水源为自来水,SDI15<3”时为16~20GFD,因SDI15<5故取16GFD或更小。

第2步:根据系统回收率75%,系统脱盐率>98%,则约需要串联12支膜元件;可采用一级二段的RO系统即能满足系统要求。

第3步:选择ULP21-8040(有效膜面积365ft<sup>2</sup>,即33.9m<sup>2</sup>),系统产水量100m<sup>3</sup>/h=440.92gpm,膜元件数=440.92\*60\*24gpd/(16\*365)=108支;

压力容器数=108支/6支=18个。

第4步:18个压力容器,可采用2:1排列即12:6。

第5步:使用VONTRON反渗透系统辅助设计软件RODesign进行系统模拟运算。这个程序可以计算进水压力、系统产水品质以及每支元件的运行参数,并可十分方便地改变膜元件的数量、品种和排列来优化系统设计。

### ◆ 3-2.3 膜系统设计的其他注意事项

1) 反渗透系统的压力容器应单独安装在特制的架子上，压力容器的两端必须有足够的空间，便于安装和更换膜元件。

2) 由于反渗透系统运行时压力容器受压会有程度的伸长，所以在固定压力容器及其管路时，不能限制压力容器的正常形变。同时压力容器受压伸长后，膜组件在系统启停机或进水流量有变化时可能在压力容器中来回移动，所以在安装膜元件时可以用专用垫片固定膜元件，防止窜动损坏膜元件。

3) 高压泵在启动和停止时会产生水力冲击（水锤），如果直接作用在膜元件上，会造成膜袋粘结线破裂等现象，所以反渗透系统必须设计相应的装置防止或者降低水锤对膜元件的冲击。大型反渗透装置通常采用变频泵、软启动或者电动慢开门（电动蝶阀）来防止水力冲击，建议采用变频泵或者软启动。

4) 单支膜元件的压力降不得超过15psi，过高的压力降将导致膜元件沿水流方向伸出，发生望远镜现象，或者膜元件玻璃钢外壳的破裂，造成膜元件的损坏。因此在反渗透系统运行期间，应确保单支膜元件压力降不超过15psi，单个压力容器压力降不超过60psi，一旦超过，请及时对膜元件进行相应的清洗。

5) 反渗透膜元件在任何情况下承受的回压都不能超过5psi，过高的回压会使得膜表面的聚酰胺脱盐层脱落，造成膜元件不可恢复的损伤。时代沃顿公司生产的VONTRON膜元件能承受的回压不超过5psi。

6) 时代沃顿公司推荐反渗透系统在设计时在每次系统启动和停止时对膜元件进行低压冲洗。另外在系统短期停运期间（不超过7天）时，每天能用反渗透产品水对膜元件进行冲洗。注意在任何冲洗时，冲洗水必须能满足反渗透膜元件的进水要求，冲洗流量也不能超过单支膜元件的最大进水流量。

7) 温度的测量。对于反渗透系统，进水的温度会影响许多参数，如电导率，产水量、进水压力等，因此在反渗透系统上建议安装在线温度测定仪，作为日常运行参数记录的一项，便于将运行参数标准化，对系统运行做出正确的判断。对于进水温度较高的水源，还必须设置温度报警装置，当进水温度超过45℃时能发出警报，必要时停止反渗透系统的运行。

8) 电导率的测量。对于反渗透系统安装的在线电导率仪，必须能够进行温度补偿，即将所测电导率补偿到25℃时，从而便于计算系统的脱盐率，另外，电导率仪使用前必须根据设备提供商

指定的操作步骤进行电极的校正，校正准确之后才可以使用。测量进水电导率仪的安装位置应在最后一种化学物质添加之后，也就是高压泵前；产水电导率仪的安装位置在后处理工艺之前。条件允许的情况下，可以安装多个产水电导率仪来测量不同位置的产水电导，获得系统运行的更为详细的运行参数。每根压力容器都应该设有单独的产水取样口，当系统产水电导率异常上升时便于判断发生的位置。

9) 脱盐率的计算。脱盐率等于产水含盐量与进水含盐量的比值，即：

$$\text{脱盐率}(\%) = (1 - \text{产水TDS} / \text{进水TDS}) \times 100\%$$

准确的脱盐率要通过对产水和进水进行化学分析，测定相应的TDS含量才能计算出来，但是这样比较麻烦，一般采用电导率转换为TDS来计算脱盐率。具体的转换公式如下：

$$\text{TDS} = K \times \text{EC}_{25}$$

TDS单位是mg/L即ppm

EC<sub>25</sub>是经温度校正到25℃的电导率，单位μs/cm

EC<sub>25</sub>所有盐类都当成NaCl且不考虑CO<sub>2</sub>的透过性。

表 电导率与含盐量的换算系数

溶液	电导率EC <sub>25</sub> (μs/cm)	K
产水	0~300	0.50
苦咸水	300~4000	0.55
	4000~20000	0.67
海水	40000~60000	0.70
浓水	60000~85000	0.75

10) pH值的测量。主要是测量进水的pH值，这一参数是计算LSI指数，判断结垢倾向的重要指标。同时也可以监测化学清洗时清洗液的pH值。

11) ORP的测量。对于预处理采用了氧化杀菌或者其他使用氧化剂的处理工艺的反渗透预处理系统，为了去除剩余的氧化剂，一般都会在其后添加还原剂来保护膜元件，此时测量最终进水的氧化还原电位ORP，可以判断还原剂的添加量是否足够，是否有氧化剂进入了反渗透膜元件。

12) 压力表的安装。压力表在使用前必须进行校正，压力表的安装位置应该满足以下测量

要求：

- ◇ 能够测量出各段系统的进水压力和出水压力；
- ◇ 能够测量出原水压力、进水压力、产水压力；
- ◇ 能够测量砂滤器、炭滤器、保安过滤器的进水压力和出水压力，判断是否应进行过滤器清洗或者滤芯的更换；
- ◇ 高压泵的进出口应该有压力开关，当进口压力过低或者出口压力过高时，采取及时措施，保护高压泵和膜元件不受损伤。

13) 对于反渗透系统管路和高压泵材质的选择，要求产水管路不污染水质，推荐采用溶出物极少的PPR或铝塑管；进水管路要求使用不污染进水的锈钢管或钢衬胶管材；低压进水管路和浓水排放管可以采用普通高分子材质的给水管；高压管路和高压泵的材质根据进水含盐量，采用不同规格的不锈钢。（见下表）

进水种类	压力 (Mpa)	含盐量 (ppm)	管路材质
产水	<0.3	5~200	PPR、铝塑管等
进水	<0.5	1000~50000	UPVC、PVC、PE、ABS等
	0.5~1.5	1000~5000	304不锈钢
	1.5~2.0	5000~7000	316L不锈钢
	2.0~3.0	7000~25000	904L不锈钢
	>3.0	25000以上	254SMO不锈钢
浓水	<0.5	1000~50000	UPVC、PVC、PE、ABS等

## ■ 3-3 反渗透系统设计软件使用说明

### 一、硬件要求:

- (1) PC兼容机
- (2) 奔腾II处理器 (586及以上)
- (3) 32MB以上内存(4) Windows 98 或以上的Windows操作系统

### 二、安装注意事项:

- (1) 安装前, 应关闭其它的具有排它性的应用程序 (如杀毒软件)
- (2) Windows NT的用户需以管理员 (Administrator) 身份或具有管理员权限的用户模式下安装

户模式下安装

### 三、安装步骤:

打开VONTRON R0design后, 你将会看到如下图所示的界面

**水质全分析**

	ng/L	ppm CaCO3	meq/L		ng/L	ppm CaCO3	meq/L
<b>Na:</b>	786.47	1714.50	34.22	<b>Cl:</b>	1213.53	1711.08	34.22
<b>Ca:</b>	0.00	0.00	0.00	<b>CO3:</b>	0.00	0.00	0.00
<b>Mg:</b>	0.00	0.00	0.00	<b>HCO3:</b>	0.00	0.00	0.00
<b>K:</b>	0.00	0.00	0.00	<b>F:</b>	0.00	0.00	0.00
<b>Ba:</b>	0.00	0.00	0.00	<b>NO3:</b>	0.00	0.00	0.00
<b>Si:</b>	0.00	0.00	0.00	<b>SO4:</b>	0.00	0.00	0.00
<b>NH4:</b>	0.00	0.00	0.00	<b>SiO2:</b>	0.00	n.a	n.a
<b>B:</b>	0.00	n.a	n.a				

**水质概况**

输入水质全分析数据

TDS: 2000 mg/L

温度: 25 °C

PH值: 7.5

**阴阳离子平衡**

阳离子总量: 34.2

阴离子总量: 34.2

差量: 0.0

自动平衡

## 1. “水质分析”页面:

第一步: 输入‘项目信息’: 项目名称、设计日期、设计人、设计公司。

第二步: 选择‘进水水源’的类型

选择进水类型对反渗透系统的设计来说非常重要。每一种水质都对应着不同的设计报警值。

“水源类型”: RO产水SDI<1、自来水SDI<3、地表水(微滤)SDI<3、地表水(传统过滤)SDI<5、废水(微滤)SDI<3、废水(常规处理)SDI<5、海水(深井取水/微滤)SDI<3、海水(常规处理)SDI<5; 根据你设计的进水水源来选择相应(或相近)的水源类型。

第三步: 输入水质全分析数据

如果没有完整的进水水质数据,可直接输入进水的含盐量TDS (TDS与电导率的换算可参考下面叙述),估算RO系统的排列结构。由于没有提供完整的进水水质数据,软件将忽略结垢计算。此时如果点击“结垢计算”页面将弹出如下的警告窗口:



电导率DD ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) 与TDS (ppm) 的大概换算关系如下:

当 $DD < 10 \mu\text{s}/\text{cm}$  时,  $TDS (\text{ppm}) = 0.5DD (\mu\text{s}/\text{cm})$ ;

当 $DD = 300 \sim 800 \mu\text{s}/\text{cm}$  时,  $TDS (\text{ppm}) = 0.55DD (\mu\text{s}/\text{cm})$ ;

当 $DD = 45000 \sim 60000 \mu\text{s}/\text{cm}$  时,  $TDS (\text{ppm}) = 0.7DD (\mu\text{s}/\text{cm})$ ;

当 $DD = 65000 \sim 85000 \mu\text{s}/\text{cm}$  时,  $TDS (\text{ppm}) = 0.75DD (\mu\text{s}/\text{cm})$ 。

若选择“输入水质全分析数据”则要求用户输入相应离子的含量,软件将进行结垢计算。

如果输入的“阳离子总量”和“阴离子总量”不等则可以单击“自动平衡”进行平衡。

## 2. “结垢计算”页面:



第一步: 输入所设计系统的回收率及进水水温。观察“信息提示”栏是否出现报警。

第二步: 如果“信息提示”栏没有报警信息则直接进入“系统设计”页面进行系统设计; 如果出现报警信息则根据警告信息的提示选择合适的“进水调节选项”: “调节pH值”、“离子交换软化”、“加阻垢剂”。

“朗格里尔指数(LSI)”和“斯迪夫大卫饱和指数(Stiff&Davis Index)”主要判断CaCO<sub>3</sub>是否结垢。判断规则如下:

(1) 当TDS<10000mg/l LSI<0 CaCO<sub>3</sub>不沉淀; LSI≥0 CaCO<sub>3</sub>沉淀。

(2) 当TDS≥10000mg/l 斯迪夫大卫饱和指数<0 CaCO<sub>3</sub>不沉淀; 斯迪夫大卫饱和指数≥0 CaCO<sub>3</sub>沉淀。

如果发生CaCO<sub>3</sub>沉淀, 应采取以下措施防止CaCO<sub>3</sub>沉淀发生:

方法一: 调低进水pH值;

方法二：采用离子交换进行软化；

方法三：加阻垢剂

“硫酸钙饱和度%”：在不添加阻垢剂的情况下，不能大于100%，否则将会产生硫酸钙沉淀。

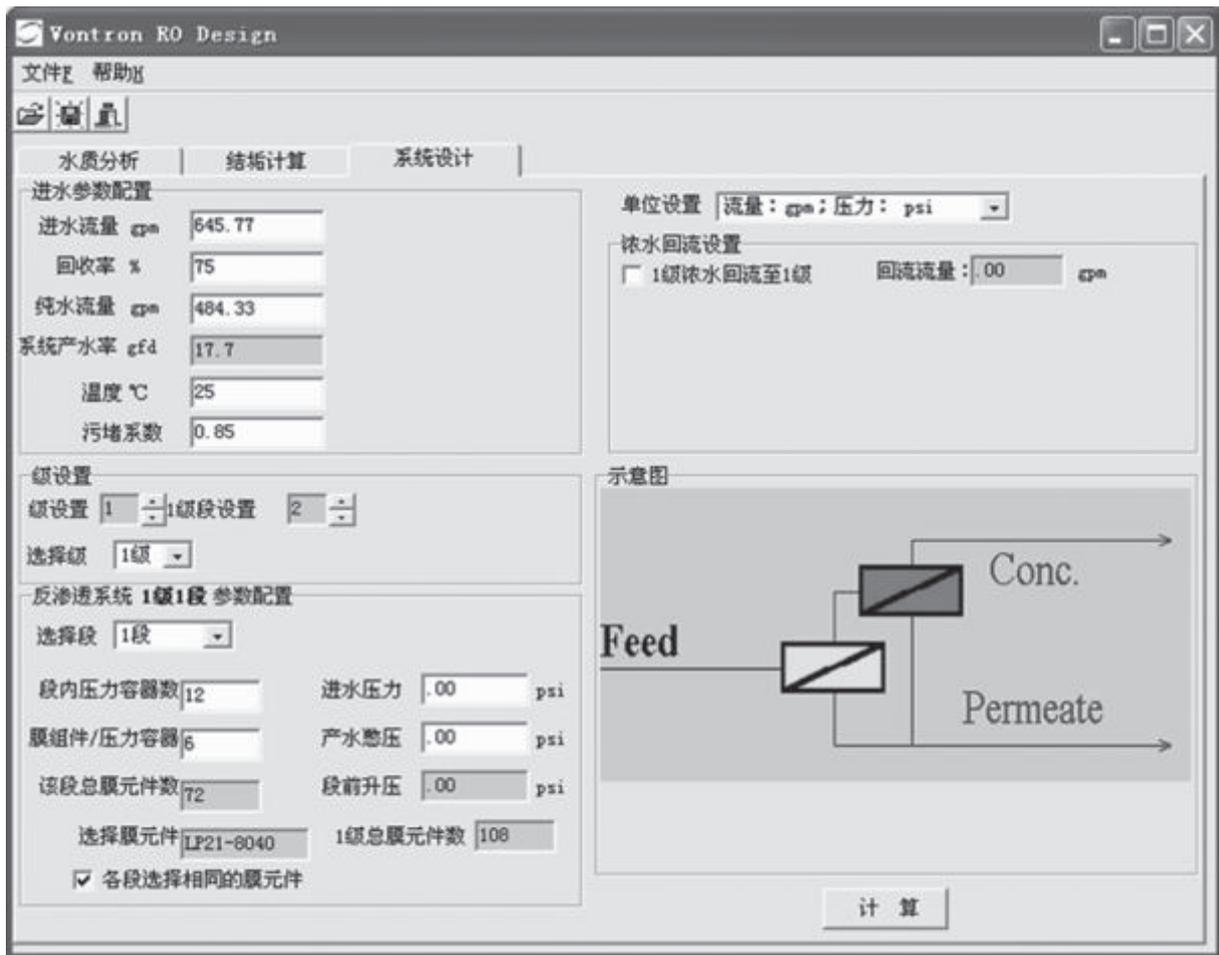
“硫酸钡饱和度%”：在不添加阻垢剂的情况下，不能大于100%，否则将会产生硫酸钡沉淀。

“硫酸锶饱和度%”：在不添加阻垢剂的情况下，不能大于100%，否则将会产生硫酸锶沉淀。

“氟化钙饱和度%”：在不添加阻垢剂的情况下，不能大于100%，否则将会产生氟化钙沉淀。

“二氧化硅饱和度%”：在不添加阻垢剂的情况下，不能大于100%，否则将会产生二氧化硅沉淀。

### 3. “系统设计”页面：



第一步：根据习惯选择相应的单位。

第二步：进水参数配置：输入进水流量、回收率、产水流量、温度、污堵系数。

“污堵系数”：其含义为膜面被部分污堵后，尚未被堵的有效通水面积占总有效面积的比例。

比如：对自来水来讲，选用超低压膜时，其三年后的污堵因子的推荐值为0.85，即：膜面被堵面积占15%，未堵面积占85%。平均每年的污堵面积约为5%，也就是产水量每年下降5%。实际的应用过程中污堵系数不是一个固定的值，对于某种具体水质而言，实际的污堵系数可能大于也可能小于推荐值，因此污堵系数的推荐值只是一个经验值。预处理越完善，给水SDI值越小，则污堵面积越小，即实际的污堵因子的值越大。

污堵系数推荐值如下：

运行年数 (年)	1年	3年	5年
RO产水SDI<1	0.95	0.9	0.9
自来水SDI<3	0.9	0.85	0.7
地表水(传统过滤)	0.85	0.8	0.7
地表水(微滤或超滤)	0.9	0.85	0.8
海水(深井取水/微滤)	0.85	0.8	0.7
海水(常规处理)	0.75	0.7	0.6
废水(微滤或超滤)	0.8	0.75	0.7
废水(常规处理)	0.75	0.65	0.55

“回收率”：产品水占总进水的百分比。系统的回收率与串联的膜组件数及浓水是否回流有关，下面为常规情况下的回收率范围：

系统回收率 (%)	串联元件数量	含6元件压力容器的段数
40~60	6	1
70~80	12	2
85~90	18	3

第三步：设置反渗透系统的排列组合

“浓水回流”：为了节约成本，采用浓水回流来适当提高反渗透系统的回收率。浓水回流流量不能过大，否则将导致浓水的浓度不断升高，引起浓水中离子的浓度的升高，产生沉淀。

◇ 怎样设置RO系统的级和段？

首先用户根据进水电导和需要达到的产水电导设置RO系统的级数，然后用户输入每一级

的纯水流量或进水流量及回收率，并根据回收率及膜元件数设置系统的段数。

### ◇ 怎样选择膜元件的类型？

一个设计合理的RO系统要求选择合理的膜元件，选择原则如下：

#### (1) 根据产水流量选择合适尺寸的膜元件

产水量 $<0.2\text{m}^3/\text{h}$	选择2.5英寸(25xx)或家用膜系列
产水量 $<3\text{m}^3/\text{h}$	选择4英寸(4040)
产水量 $>3\text{m}^3/\text{h}$	选择8英寸(8040)

#### (2) 产水水质或进水水质

当产水水质要求较高时	选择高脱盐(LP)系列
当产水水质要求稍低时	选择超低压(ULP)系列
当给水为废水或给水水质较差时	选择加强型低污染(FR)系列
当给水为亚海水或海水时	选择海水淡化(SW)膜元件系列

#### (3) 给水TDS

根据TDS $<500\text{mg}/\text{l}$	选择极低压(XLP)、超低压(ULP)、低压(LP)系列
根据TDS $<2000\text{mg}/\text{l}$	选择超低压(ULP)、低压(LP)系列
根据TDS $<8000\text{mg}/\text{l}$	选择低压(LP)系列
根据TDS $>8000\text{mg}/\text{l}$	选择海水淡化(SW)系列

### ◇ 何时设置段间升压？

当前段的出水压力远远低于下一段系统要求的压力时，需设置段间增压泵；当段间产水量严重不均时，配水比接近临界标准时，需选用段间升压泵，同时也优化前后元件的运行状态，降低第1段高压泵的参数。

### ◇ 何时设置产水憋压及应注意的问题？

设置产水憋压的目的是促使段间的产水量分配更均匀，优化前后膜元件的运行状态。在选用超低压元件、进水水温较高或废水回用等易于出现前后产水量很不均匀的系统，常常需对最前面一段或几段产水憋压。在产品水憋压设置的过程中，应注意以下几点：

(1) 任何情况下，憋压后产水压力最高不得超过浓水压力值0.3bar。

(2) 启动时，应确保“先升进水压力，后进行产水憋压”，停机时，“先泄产水憋压，后降进水压力”，谨防背压（“背压”定义为“产水压力与进水或浓水压力之差”）造成复合层的剥离，破

坏膜性能。

(3) 系统应设置防止背压破坏的逆止阀和产水压力泄放通道。

第四步：点击“计算”按钮，软件将计算出反渗透系统的模拟情况，并弹出结果窗口。

#### 4. “计算结果”窗口页面

**项目信息**

项目名称:	108T_H	设计日期:	2008-3-30
设计人:	VONTRON	设计公司:	VONTRON

**1级RO系统主要参数汇总**

1段进水流量:	146.3	m <sup>3</sup> /h	总产水流量:	109.7	m <sup>3</sup> /h
系统进水流量:	146.3	m <sup>3</sup> /h	系统回收率:	75.0	%
进水压力:	15.7	bar	进水温度:	25.0	°C
进水TDS:	2000.0	ppm	系统膜元件总数:	108	支
总有效膜面积:	39420	ft <sup>2</sup>	系统平均通量:	30.0	L/h-m <sup>2</sup>
原水类型:	自来水SDI<3				

**1级RO系统段内主要参数汇总**

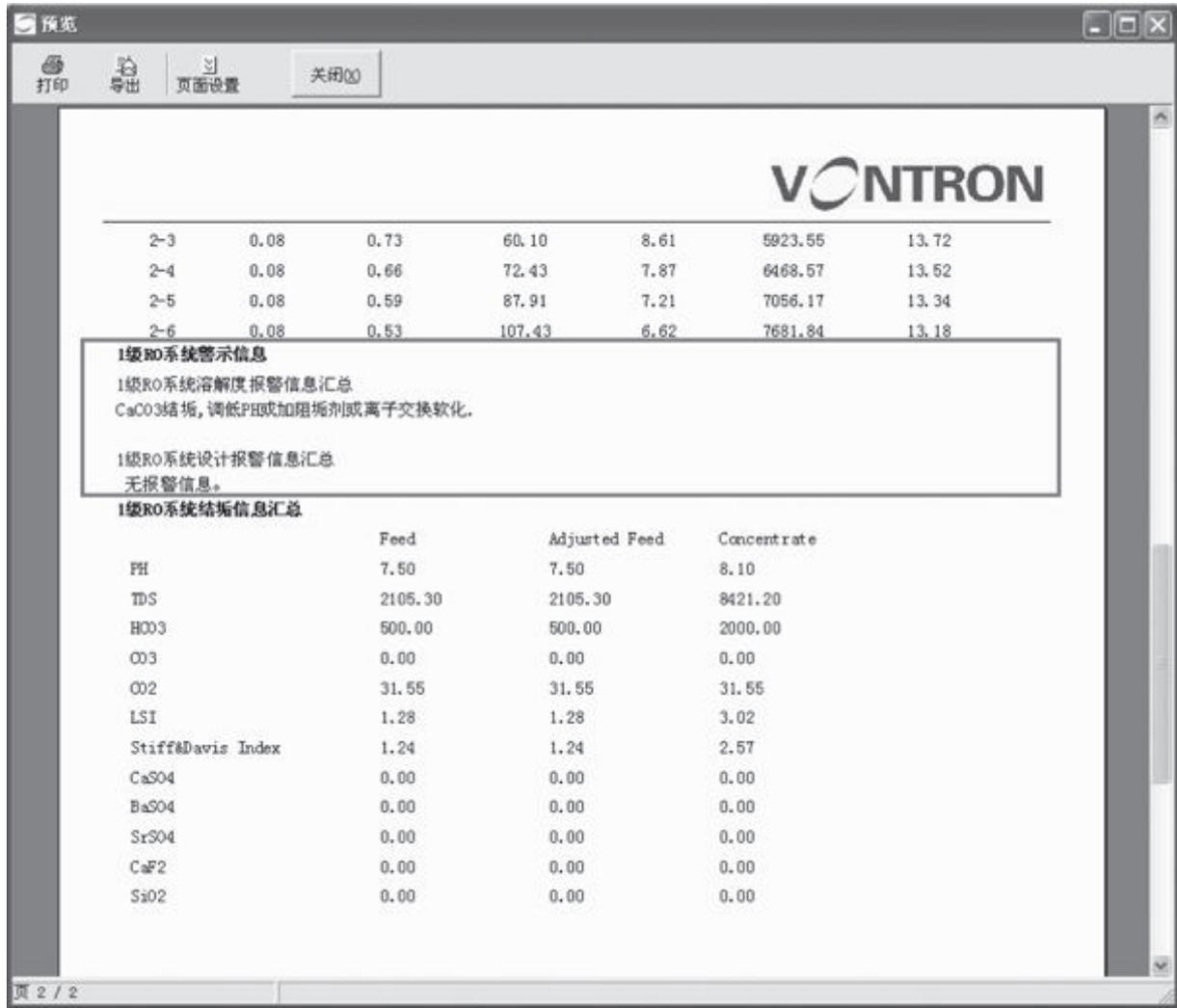
段	膜元件型号	膜壳数量	膜数量/膜壳	进水流量 m <sup>3</sup> /h	进水压力 bar	浓水流量 m <sup>3</sup> /h	浓水压力 bar	产水流量 m <sup>3</sup> /h	产水TDS ppm
1-1	LP21-8040	12	6	146.3	15.7	62.0	14.4	84.3	19.3
1-2	LP21-8040	6	6	62.0	13.9	36.5	12.8	25.5	62.1

**1级RO系统离子组成汇总(ppm)**

离子	原进水	调节后进水	浓水	纯水
Na	786.5	786.5	3111.9	11.5
Ca	0.0	0.0	0.0	0.0
Mg	0.0	0.0	0.0	0.0
K	0.0	0.0	0.0	0.0
Ba	0.0	0.0	0.0	0.0
Sr	0.0	0.0	0.0	0.0
NH4	0.0	0.0	0.0	0.0

页 1 / 2

可以通过“打印”按钮直接打印计算结果，也可以通过“导出”直接保存计算结果，导出文档的格式有PDF、HTML、JPG。



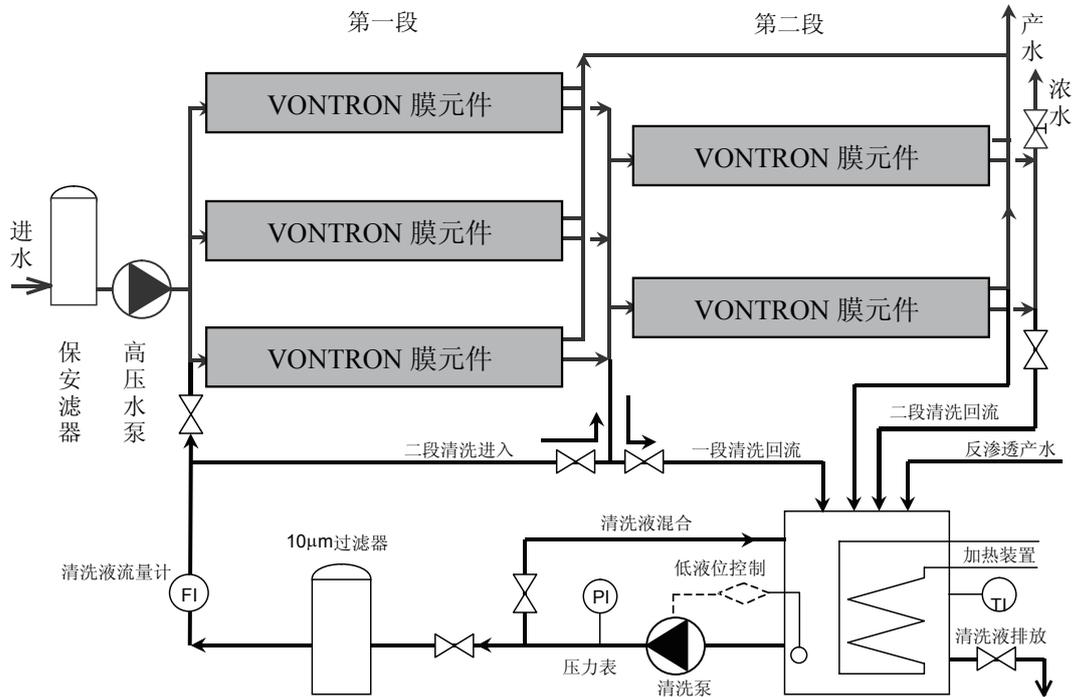
如果在系统设计报警信息汇总里面有报警信息，则返回‘系统设计’页面调整系统设计直至无报警信息。

### ■ 3-4 反渗透膜系统化学清洗部分设计

反渗透膜系统经过长期运行后会被进水中的污染物所污染，系统通量、脱盐率下降，须进行相应的化学清洗以便恢复系统初始性能。

## (1) 典型的反渗透膜在线清洗系统工艺流程图

典型反渗透膜系统在线化学清洗工艺流程图



## (2) 清洗系统的组成

清洗系统一般由清洗水箱、清洗泵、保安压力器、加热装置、流量计、压力表等组成。因清洗液pH范围2~12，清洗系统上的各个设备材质应耐酸碱腐蚀。清洗水箱的容积可根据《反渗透膜系统的清洗导则》中清洗液体积的计算来确定；清洗泵的压力一般为3bar~5bar，泵流量可根据一段压力容器数x推荐的单支压力容器流量来确定。

## (3) 清洗注意事项

1. 当使用任何化学清洗药品时，必须熟悉并遵循相应的安全操作规程。
2. 清洗时，清洗液pH范围2~12；清洗液pH=2时清洗液温度不超过45度，清洗液pH=12时清洗液温度不超过35度。
3. 清洗后应采用高品质的不含余氯等氧化剂的水对膜元件进行冲洗（最低温度 $>20^{\circ}\text{C}$ ），推荐用反渗透膜系统的产水。开始冲洗时应该在低流量和低压下进行，冲洗一段时间后逐步恢复到正常操作压力和流量。此外，在清洗过程中清洗液也会进入产水侧，因此，初始产水必须排放掉直至产水清澈为止。

## 第四章 反渗透系统的使用与维护指南

性能优良的反渗透膜元件、合理的RO系统设计和正确的系统操作和维护是保证RO系统长期稳定运行的三个关键因素。

反渗透系统的使用与维护包括系统的初次调试、日常的使用与维护及系统的清洗。

### ■ 4-1 反渗透系统的初次调试

#### ◆ 4-1.1 膜元件的安装与拆卸

##### ● 4-1.1.1 膜元件安装前应检查事项

对于新的工程项目，RO膜元件装入压力容器之前，必须检查以下内容：

- ◇ 用于润滑的甘油、固定工具、防水胶鞋、手套及其他防护装备准备齐全；
- ◇ 用于记录膜元件位置、调试及运行数据的表格准备齐全；
- ◇ 确认对前面存在的预处理装置（石英砂或活性炭过滤器）冲洗干净，SDI<5；
- ◇ 检查RO膜元件上游的进水管路，确保里面没有淤泥、油、金属碎屑等，并确认已经对上游管道、压力容器及高压管路冲洗干净；
- ◇ 检查预处理系统是否运转正常，其出水SDI、浊度、余氯、温度、pH、ORP等是否符合膜元件进水要求；
- ◇ 高压泵前保安过滤器内已经安装了清洁的滤芯。

##### ● 4-1.1.2 安装膜元件

- ◇ 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（Y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。

### ● 4-1.1.3拆卸膜元件

◇ 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。

### 反渗透系统初次运行的操作步骤及方法

#### ① 开机前的检查事项

◇ 所有管路、设备及连接件应符合设计压力；

◇ 预处理设备已经反冲洗及冲洗干净，保证出水达到设计要求，其中SDI<5、浊度<1NTU、余氯<0.1ppm、温度<45℃、pH=3~10、不含其他氧化剂（ORP<200）；

◇ 检查系统中使用的所有阀门开闭状态是否合适，其中产水排放阀、浓水排放阀、浓水压力调节阀、高压泵流量旁通调节阀处于全开状态；

- ◇ 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；
- ◇ 所有管路及设备应符合设计规定的pH范围2~12（包括清洗时）；
- ◇ 所有的仪表都安装正确并进行了校正；
- ◇ 安装了用于防止产生背压的装置并设置正确；
- ◇ 安装了用于防止水力冲击的装置（电动慢开门）并设置正确；
- ◇ 高压和低压保护装置的设置正确；
- ◇ 按制造商的要求将反渗透容器及相应管路固定在机架上；
- ◇ 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主机前被完全去除；
- ◇ 检查用于反渗透系统的自控电气元件是否工作正常。

### ② 初次启动步骤

1) 高压泵启动前，按开机前检查事项的内容逐条仔细检查，保证预处理出水SDI<5、浊度<1NTU、余氯<0.1ppm、温度<45℃、pH=3~10、不含其他氧化剂（ORP<200）。

2) 检查所有阀门并确保所有位置正确，产水排放阀、进水旁通控制阀、浓水控制阀和浓水排放阀完全打开。

3) 用合格的预处理出水低压、低流量充满反渗透压力容器并冲洗膜元件，此时的进水压力控制在30~60PSI左右，流量约为相应膜元件最大进水流量的60~70%，同时浓水和产水应完全排放掉；冲洗时不得投加阻垢剂。

4) 密切注意系统中的管路和连接部件尤其是高压部分是否存在渗漏点。

5) 膜元件的初次冲洗，对于时沃顿公司提供的膜元件，无论干元件或湿元件，建议低压冲洗4~6小时，或者冲洗1~2小时，浸泡过夜，再冲洗1小时。冲洗时不允许投加阻垢剂。

6) 为了防止水锤对膜元件的冲击，对于未使用电动慢开门的小型反渗透系统，应在启动高压泵前用预处理水充满压力容器（排气）；而大型反渗透系统多采用电动慢开门（电动蝶阀）或变频启动。

7) 启动高压泵。缓慢调节高压泵旁通控制阀，逐步增加反渗透压力容器进水流量；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。

8) 检查系统内各种药品的投加量是否与设计值一致。

9) 测定反渗透进水、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系统有无CaCO<sub>3</sub>污垢形成。

10) 让系统连续运行1~2小时, 记录所有运行数据。系统投入正常运行后, 连续运行24~72小时, 之后重新记录所有运行数据并存档, 这些数据包括进水压力、压力差、温度、进水流量和电导率、浓水流量和电导率、产水流量和电导率和系统回收率, 并以此作为对以后系统运行参数标准化比较的基准。

11) 参考运行和水质分析资料对比设计参数, 检查设备是否运行正常并判断是否达到设计要求。

12) 在投入运行之后的第一周内, 应定期检测系统性能, 认真记录运行参数, 确保设备正常运行。

### ③ 膜元件初始性能的稳定判定

新投入使用的反渗透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12小时之后基本会达到稳定的性能, 而干膜元件则连续运行2天后或更长时间, 才能达到稳定的性能。

## ■ 4-2 反渗透系统的日常使用和维护

### ◆ 4-2.1 反渗透系统的运行记录

从系统的调试至系统稳定的运行, 所有与系统有关的运行情况资料都必须记录和建档以便分析整个系统运行状况。另外运行数据记录表还是发现并排除系统故障的有效手段之一, 也是申请质保的依据之一。

其中须记录的数据有:

预处理运行记录、膜系统运行记录、加药系统运行记录、化学清洗记录。

#### ● 4-2.1.1 预处理系统运行记录

对于不同的水源其预处理也各不相同, 故没有统一的数据表格, 但常规预处理运行记录应

包含以下内容:

- ◇ 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。

### ● 4-2.1.2 膜系统运行记录

对于大多数反渗透膜系统可参照下表内容进行数据记录,其中标准化数据为使用标准化软件计算后的数据。VONTRON膜元件的数据标准化软件可到VONTRON公司的网站WWW.VONTRON.COM下载或直接索取光盘。

反渗透系统运行记录表

反渗透系统运行记录表							
日期	日期						
	时间						
进水	温度(°C)						
	SDI <sub>15</sub>						
	浊度(NTU)						
	余氯(mg/L)						
压力 (bar)	一段进水						
	二段进水						
	浓水						
	产水						
压差 (psi)	保安滤器						
	一段						
	二段						
流量 (m <sup>3</sup> /h)	进水						
	产水						
	浓水						
	回收率						
电导率 (ms/cm)	进水						
	一段产水						
	二段产水						
	总产水						
	浓水						
pH值	进水						
	产水						
标准化	产水量						
	脱盐率						
	运行压力						
备注	(系统故障、停机、化学清洗等说明)						
记录人:	班组:	审核:					

## ● 4-2.1.3加药系统运行记录及化学清洗记录

加药系统的运行记录可参照下表制作。

加药系统的运行记录						
日期	日期					
	时间					
絮凝剂	药箱液位					
	补充量					
	配制浓度					
	计量泵旋钮位置					
	投加量ppm					
加酸	药箱液位					
	补充量					
	配制浓度					
	计量泵旋钮位置					
	投加量ppm					
还原剂	药箱液位					
	补充量					
	配制浓度					
	计量泵旋钮位置					
	投加量ppm					
阻垢剂	药箱液位					
	补充量					
	配制浓度					
	计量泵旋钮位置					
	投加量ppm					
备注	(系统故障、停机等说明)					
记录人:	班组:				审核:	



◇ 流量和压力的下降要缓慢，降压期间注意系统的进水流量不要超过膜元件最大进水量值和压力容器两端的压力差也不能超过极限值。

### 膜系统停机的步骤:

通常，首先打开产水排放阀，打开高压泵旁通控制阀降低系统的进水流量，同时缓慢打开浓水控制阀，降低压力至30~40PSI左右，关闭相应的加药装置，较高的流量有利于提高冲洗效果，但不应超过单只膜元件最大进水量，同时压力容器两端的压力差也不能超过极限值，维持此低压冲洗直到浓水电导与进水电导一致（冲洗时间约10~20分钟）。

流量和压力的上升下降要缓慢进行，时间控制在30~60秒，海水淡化系统所需的时间也要相应延长。系统的启动和停止可由PLC（可编程控制器）实现自动控制，但要定期检查相应电气设备的运行状态。

## ■ 4-3 R0膜系统停运期间的管理

### ◆ 4-3.1 日常停运期间（0~48小时）的管理

日常停运期间（0~48小时）的管理参照正常停机程序进行，关键是必须进行停机时的低压冲洗，且为了防止微生物的滋生每隔24小时须冲洗一次。

### ◆ 4-3.2 系统停运（2~25）天的管理

◇ 膜系统的停机按照本章“反渗透系统的日常使用和维护”中所述的停机步骤进行。

◇ 停机后保证压力容器内充满R0产纯水，并关闭所有的进水、浓水阀门和产水阀门，防止膜元件干燥和微生物的滋生。

◇ 当温度大于20℃时，每12小时便需要重复冲洗一次；当温度小于20℃时，每24小时重冲洗一次。

◇ 对于地表水或存在高微生物污染的水源，须用R0产水配制的含有1.0%亚硫酸氢钠的溶液冲洗反渗透系统，如果同时用这种溶液浸泡膜元件，效果更好，重复冲洗周期也将相应延长。

◇ 系统停机期间，温度保持在5℃~45℃之间。低温有利于膜元件的保存，但应防止系统结冰冻结。

### ◆ 4-3.3 系统长期停运期间（25天以上）的管理

- ◇ 参照正常停机程序进行，并用产品水低压冲洗系统。
- ◇ 最好进行一次化学清洗及杀菌处理，清洗完后用RO产水低压冲洗系统，直到浓水电导与进水电导一致。
- ◇ 用反渗透产纯水配制含有1.0%的亚硫酸氢钠保护液，依靠化学清洗系统循环冲洗膜元件，排除压力容器中的空气，将膜元件完全浸泡在保护液中，防止膜元件干燥，关闭所有的进水阀门、浓水阀门和产水阀门，防止空气进入使保护液失效。
- ◇ 每周检查保护液的pH值，当pH小于3时，请及时更换保护液。
- ◇ 系统停机期间，温度保持在5℃~45℃之间。低温有利于膜元件的保存，但应防止系统结冰冻结。

### ◆ 4-3.4 系统停运后取出膜元件的保存管理

系统停机后若将膜元件取出则须对取出膜元件进行保存处理，请按照《VONTRON膜元件通用技术条件》中湿式膜元件的保存及储存要求操作。

## ■ 4-4 反渗透膜系统的清洗导则

### ◆ 4-4.1 膜元件污染简介

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。

### ◆ 4-4.2 膜系统清洗时机判断

由于反渗透膜系统的性能随着温度、压力、pH、进水TDS等因素的变化而变化（如温度每降低3℃，产水量降低10%；pH有较大变化是对产水电导产生影响），故有时膜系统性能的变化并

非是膜系统受到污染所致，为了准确判断系统的清洗时机，应依据膜元件生产商提供的标准化软件对运行数据进行标准化计算，运行数据标准化后若出现下列情况之一时应及时对反渗透膜系统进行化学清洗：

- 数据标准化后，系统产水量比初始值下降15%以上。
- 数据标准化后，盐透过率比初始值增加10%以上。
- 数据标准化后，进水与浓水之间的压差比初始值增加15%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。

### ◆ 4-4.3 膜系统清洗步骤

#### 第一步：低压冲洗

最好使用反渗透产品水冲洗，也可以用预处理出水（原水中若含有特殊化学物质，如能与清洗液发生反应的不能使用）。

#### 第二步：配制清洗液

用反渗透产品水配制清洗液，准确称量药剂并混合均匀，检查清洗液的pH值、温度（温度不低于25℃）及药剂含量等条件是否符合要求。

#### 第三步：低压低流量输入清洗液并循环

用正常清洗流量（表1）的1/3流量及20-40PSI的压力向反渗透系统输入清洗液，刚开始的回水排掉，防止清洗液被稀释。让清洗液在管路循环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。

表1. 膜元件推荐的正常清洗流量

清 洗 流 量	
膜元件直径 (in)	每根压力容器的流量gpm (m <sup>3</sup> /h)
2.5	5 (1.2)
4	10 (2.3)
8	40 (9.1)

#### 第四步: 浸泡及间歇循环

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℃)。

#### 第五步: 大流量循环

加大清洗液流量到正常清洗流量的1.5倍进行清洗, 循环30-60分钟。此时压力不能太高, 以系统无或稍有产水的压力为限, 注意膜元件压差和压力容器的压差不能超过极限值。

#### 第六步: 冲洗

先用产品水(最低冲洗温度为20℃)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。开启系统运行, 检查清洗效果, 产水排掉不用。若要停机不用的要按相关方法保存好组件。

### ◆ 4-4.4 反渗透膜系统污染后的症状及清洗方法

反渗透系统日常的运行记录是判断系统是否出现污染及污染后采取合理的清洗方法的主要依据。反渗透系统的管理中必须重视数据的记录。

#### 1、无机盐结垢污染及清洗

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。

反渗透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。

#### 碳酸盐结垢的清洗

碳酸盐结垢可按照以下配方进行清洗:

主要污染物质	推荐清洗液	备注
碳酸盐沉淀物	0.2% 盐酸(HCl)	优选, 最高温度45℃, pH=2
	2.0% 柠檬酸(C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>7</sub> )	可选, 最高温度45℃, pH>2

清洗时按照前述步骤进行清洗。

## 硫酸盐结垢的清洗

硫酸盐结垢的清洗是无机盐结垢中比较难清洗的一种，对硫酸盐结垢的清洗应该及早进行，结垢形成一周以上后，清洗后性能恢复的可能性极低，因此对高硫酸根含量特征的水源，预处理要求较高，必须加强对系统的监控，一旦出现硫酸盐结垢现象，立即进行相应的清洗。

硫酸盐结垢可按照以下配方进行清洗：

主要污染物质	推荐清洗液	备注
硫酸盐垢	0.1% 氢氧化钠 1.0% EDTA四钠	NaOH、EDTA四钠， pH=12，最高温度30℃

清洗时按照前述步骤进行清洗。

## 2、胶体污染的症状及清洗

反渗透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。

无机胶体污染的症状：

反渗透膜系统首先出现在第一段，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。

无机胶体污染可按照以下配方进行清洗：

主要污染物质	推荐清洗液	备注
无机胶体	0.1% 氢氧化钠 + 0.025% 十二烷基苯磺酸钠	NaOH + Na-DDBS， pH=12，最高温度30℃

清洗时按照前述步骤进行清洗。

## 3、有机物污染的症状及清洗

以地表水、废水、海水等做水源的反渗透系统存在较高的有机物污染风险，这些有机物的成分主要是腐殖质、有机酸等。

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。发生有机物污染时可按照以下

配方进行清洗：

主要污染物质	推荐清洗液	备注
有机物	0.1% 氢氧化钠 + 0.025% 十二烷基苯磺酸钠	0.2% 盐酸 先用NaOH和Na-DDBS溶液清洗， pH=12，最高温度30℃； 再用HCl溶液清洗， pH=2，最高温度45℃

清洗时按照前述步骤进行清洗。

#### 4、微生物污染的症状及清洗

微生物污染通常出现在反渗透系统停机期间，以及以地表水、中水（三级废水）、海水等为进水水源的反渗透系统中，发生微生物污染时通常还会伴有有机物污染。生物污染应在初期及时清洗，一旦形成生物膜后，清洗就非常困难，只有更换膜元件。

**建议：**易发生微生物污染的系统建议选用抗氧化膜元件，通过在膜元件进水中在线投加NaClO等杀菌剂，打造无菌系统，更不会出现微生物污染。

微生物污染的症状：

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增加。

发生微生物污染时可按照以下配方进行清洗：

主要污染物质	推荐清洗液	备注
微生物	0.1% 氢氧化钠 + 0.025% 十二烷基苯磺酸钠	用NaOH和Na-DDBS溶液清洗， pH=12，最高温度30℃
	0.1% 氢氧化钠	用NaOH溶液清洗， pH=12，最高温度30℃

清洗时按照前述步骤进行清洗。

对于发生微生物污染的反渗透膜系统化学清洗后还需要进行系统的消毒处理，改进预处理防止微生物污染。

## 5、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。发生的原因主要是预处理缺陷、管路锈蚀等，其症状是产水量和脱盐率下降，膜元件压差增大，可按照以下配方进行清洗：

主要污染物质	推荐清洗液	备注
金属化合物	1.0% 焦亚硫酸钠	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , pH=5, 最高温度30℃
	2.0% 柠檬酸	C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>7</sub> , pH>2, 最高温度45℃

清洗时按照前述步骤进行清洗。

## 6. 清洗液体积的计算

清洗液的总体积包括压力容器、清洗管道、高压管路和过滤器的体积及20%的裕度。清洗液体积计算包括粗略估算和精确计算两种方式。

粗略估算清洗液体积：根据膜元件型号和污染程度而定

对于一般污染情况：每支4040型膜元件需配制10升清洗液；

每支8英寸膜元件需配制40升清洗液。

对于严重污染情况：每支4040型膜元件需配制18升清洗液；

每支8英寸膜元件需配制55升清洗液。

精确计算示例：压力容器和清洗管道的体积估算见表2、表3。

表2. 常用管路的容积率

管路直径 (in)	容 积 率	
2	0.16加仑/英尺	2.0升/米
3	0.37加仑/英尺	4.6升/米
4	0.65加仑/英尺	8.1升/米

表3. 压力容器的容积

压力容器容积	
膜元件尺寸	每支膜元件的容积 加仑 (升)
2540	0.8 (3)
4040	2 (8)
8040	8 (32)

以36支8040膜元件为例计算如下:

膜系统4 : 2排列, 每个压力容器内装6个8040膜元件, 采用分段清洗。

公称直径为3英寸的清洗管道长15米, 则清洗管路体积=15×4.6=69L; 保安过滤器内能储存60升水; 一段压力容器体积=4×6×32=768L; 清洗液总体积为=69+60+768=897升, 即第一段清洗需要配制897+897×20%=1076升清洗液。同理第二段清洗需要配制615升清洗液。

表4. 所需清洗液总体积

清洗液总体积估算		
	体积 (升)	
	第一段	第二段
压力容器	4×6×32=768	2×6×32=384
清洗管路	15×4.6=69	15×4.6=69
保安过滤器	60	60
20%裕度	180	102
总体积	1076	615

注意: 1. 进行化学清洗时请注意防止化学药剂伤害操作人员, 尤其是在使用某些腐蚀性较强的化学药剂时 (如清洗硅污染时可能使用含氟药剂), 建议在专业人员指导下进行清洗。

2. 清洗液体积的计算示例仅供参考。

## 第五章 反渗透膜系统故障判断和排除

反渗透膜系统主要存在两大类故障：

(1) RO系统初始运行（调试）时产水量和脱盐率异常。

(2) RO系统初始运行情况正常，经过一段时间后出现产水量和脱盐率降低的情况。下面针对此两大类故障进行讨论。

### ■ 5-1 反渗透膜系统初始运行（调试）的故障排除

反渗透膜系统初始调试时，可以把系统实际性能与VONTRON ROdesign系统辅助设计软件计算结果（污堵系数=1）进行对比，判断系统初始性能是否有异常。

#### ◆ 5-1.1 产水量低，压力高

出现此现象的原因主要有以下几种情况：

(1) 仪器仪表读数误差

压力表、流量计使用前没有校正，读数不准确。压力表安装位置离压力容器两端较远，其读数含有管路的压力损失，但被作为进水压力则导致进水压力偏低，产水量偏低。

(2) 温度

进水温度比初始设计时低，进水温度每降低3℃产水量约降低10%。

(3) 进水电导（或TDS）

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。

(4) 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、高造成阻力较大，导致净压力减少，产水量降低。

(5) 压差

正常情况，对于6芯装8040膜元件，两段压差约3~4bar。管路设计不合理导致压力损失较大

或者二段浓水排放阀不完全关闭, 这些都将导致净压力减少, 从而导致产水量降低。

#### (6)膜元件通量衰减

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。

膜元件装入系统前没有确认进水是否达标, 导致用含有阳离子、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, 从而导致系统产水量低。

### ◆ 5-1.2 脱盐率低, 产水电导高

#### (1)仪器仪表读数误差

电导仪(或TDS仪)没有进行校正, 读数误差较大, 导致计算出的脱盐率低。

#### (2)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。判断: 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, 再用‘探针法’判断露盐  
点的具体位置, 若露盐点在连接器处则可以重新安装膜元件予以纠正; 若露盐点在膜元件处,  
则须更换有问题的膜元件。

#### (3)进水pH值

反渗透膜比较理想的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。

#### (4)进水为地下水, 水中碳酸氢根( $\text{HCO}_3^-$ )含量较高

地下水碱度较高, 其 $\text{HCO}_3^-$ 含量较高, 由于 $\text{HCO}_3^-$ 被脱除后, 此平衡( $\text{CO}_2+\text{H}_2\text{O}\rightarrow\text{HCO}_3^-+\text{H}^+$ )将向  
右进行, 导致系统产水pH变低, 电导升高。

#### (5)膜元件被氧化

膜元件装入系统之前没有对预处理出水的达标情况进行检查, 致使余氯超标或含有  
其它氧化剂的进水进入膜系统, 造成膜的氧化, 使膜元件脱盐率降低。另外阳离子、中  
性、两性表面活性剂也会造成膜元件脱盐率的降低。

### ■ 5-2 反渗透膜系统稳定运行一段时间后出现的故障排除

此类故障通常至少出现下列情况之一：

1. 标准化后产水量下降，通常需要提高运行压力来维持额定的产水量；
2. 标准化后脱盐率降低，在反渗透系统中表现为产水电导率升高；
3. 压降增加，在维持进水流量不变的情况下，进水与浓水间的压差增大；

膜系统出现上述故障时，分析处理的步骤如下：

(1)根据故障的症状、位置及日常运行的数据记录初步判断污染属于哪一类型（污堵、结垢、微生物等）；若无日常运行记录，则需对原水及浓水进行水质分析及预处理出水控制指标进行检测，帮助分析故障可能的原因。

(2)目测、称重、膜元件现场解剖等手段进一步确定故障的原因

目测：打开压力容器第一段进水端板和第二段出水端板，查看膜元件断面及压力容器内壁，若内壁有滑腻感且有腥味则存在微生物污染；若内壁摸起来较粗糙，则存在结垢污染。

称重：对第一段第一支和二段最后一支膜元件称重，若一段第一支膜元件较重则可能存在悬浮物、胶体污染；若二段最后一支膜元件较重则可能存在结垢污染。

膜元件现场解剖：观察分析膜面污染物，在膜面加酸或加碱观察现象。

(3)若从以上两步仍旧无法确定故障的原因，可从系统中取出一支膜元件进行全面分析，各个膜元件制造商均有此项服务，通过全面分析基本可以确定故障的原因。全面分析包括目测、称重、性能测试、解剖、膜片污染物分析、加压染色、化学处理等。

(4)通过上面的分析基本可确定故障的原因，根据本手册中《反渗透膜系统的清洗导则》制定合理的清洗方案和纠正措施。

下面将详细的讨论上述三种主要故障原因、辨别方法、防止措施：

#### 一、稳定运行后产水量下降

RO系统出现标准化后产水量降低，可根据下面三种情况寻找原因：

1. RO系统的第一段产水量降低，则存在颗粒类污染物的沉积；
2. RO系统的最后一段产水量降低，则存在结垢污染；
3. RO系统的所有段的产水量都降低，则存在污堵。

根据上述症状，出现问题的位置，确定故障的起因，并采取相应的纠正措施，根据《反渗透膜系统的清洗导则》进行清洗等。

另外反渗透系统出现产水量下降的同时还会伴随有脱盐率降低、升高等情况。

### 标准化后产水量下降脱盐率降低

标准化后产水量下降脱盐率降低是最常见的系统故障，其可能的原因是：

#### ① 胶体污堵

出现胶体污堵的原因：

- a. 预处理中絮凝剂投加量不足，未进行烧杯试验确定最佳加药量，在线絮凝的效果不佳；
- b. 多介质和活性炭过滤负荷过大，过滤流速设计偏大，没有及时进行反洗、正洗；微滤或超滤膜的孔径设计偏大。
- c. 日常运行管理中没有监测SDI及浊度值，重视不够。

为了辨别胶体污堵，需要：a.测定原水的SDI值；b.分析SDI测试膜膜表面的截留物； c.检查和分析第一段第一支膜元件端面上的沉积物。

#### ② 金属氧化物污堵

金属氧化物污堵主要发生在第一段，通常的故障原因是：

- a. 进水中含铁、锰和铝等离子
- b. 进水中含 $H_2S$ 并有空气进入，产生硫化盐；
- c. 管道、压力容器等部件产生的腐蚀产物。

辨别金属氧化物污堵的手段：a.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；b.取出第一支膜元件，解剖分析膜表面的金属离子成分。

#### ③ 结垢

结垢是微溶或难溶盐类沉积在膜的表面，一般出现在原水硬度、碱度高且回收率较高的苦咸水系统中，常常发生在RO系统的最后一段，然后逐渐向前一段扩散。含钙、重碳酸根或硫酸根的原水可能会在数小时之内出现结垢堵塞膜系统，而其他结垢一般形成较慢。结垢污染的原因：

- a. 未对原水进行水质分析，阻垢剂投加量偏小或效果差；
- b. 原水硬度高，且回收率太高，仅投加阻垢剂已经不能抑制沉淀析出。

辨别是否结垢的方法：

- a. 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较粗糙；
- b. 取出最后一支膜元件称重，存在严重结垢的膜元件一般比较重；

c. 分析原水水质数据。

### 标准化后产水量下降脱盐率升高

标准化后产水量下降脱盐率升高其可能的原因是：

#### ①膜压密化

当膜被压密化之后通常会表现为产水量下降脱盐率升高，在下列情况下容易发生膜的压密化：

- a. 进水压力过高，超过允许的极限值；
- b. 进水温度较高，且水锤现象较严重，瞬间压力超过允许的极限值。

辨别膜压密化的方法：取出膜元件解剖，取膜片做微观结构的分析。

#### ②有机物污染

进水中的有机物吸附在膜元件表面，造成通量的损失，多出现在第一段。形成有机物污染的原因与上述形成胶体污染的原因基本相同。

辨别有机物污染的方法：

- a. 分析保安过滤器滤芯上的截留物；
- b. 检查预处理的絮凝剂，特别是阳离子聚合物；
- c. 分析进水中的油和有机污染物；
- d. 检查清洗剂和表面活性剂。

## 二、稳定运行后脱盐率下降

### 标准化后脱盐率下降正常产水量

产生这种症状的原因有：

#### ①“O”型圈泄漏

当“O”型圈润滑时使用某些不兼容的化学品而损坏或者受到机械应力（如由于水锤作用引起膜元件的运动）损伤时，“O”型圈就会出现泄漏现象，有时还会出现“O”型圈未安装，“O”型圈安装不正确等情况，也会导致泄露。

防止“O”型圈泄露的方法：润滑时，使用制定的润滑剂“甘油”；安装时加装垫片，防止膜元件来回窜动。

#### ②望远镜现象

产生望远镜现象的原因是进水和浓水间的压差过大；较严重的望远镜现象会造成膜元件的机械损坏。

防止望远镜现象的方法：加强运行数据的记录与分析，当压差超过初始值的15%时，应及时采取有效的纠正措施和化学清洗，尤其注意压差不能超过允许的最大值。

### ③膜表面损伤

膜表面的损伤多数是因为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的。

防止膜表面损伤措施：

- a. 及时更换保安过滤器滤芯，防止水中的尖锐、硬质颗粒物或活性炭颗粒进入膜件；
- b. 启动高压泵前首先对膜系统排气，或者加装电动慢开门，或者高压泵变频启动，防止水锤；
- c. 对于结垢的膜元件清洗时，初始流量应尽量小，防止过大流量冲刷造成损伤。

### ④背压

任何时刻，产水压力高于进水或浓水压力0.3bar，复合膜就可能发生复合层间的剥离，从而损坏膜元件。

### 标准化后脱盐率下降产水量升高

产生这种症状的原因有：

#### ①膜氧化

当膜接触到水中的氧化性物质后，膜被氧化破坏，这是不可逆的化学损伤，一旦出现这种情况，只能更换所有膜元件。

膜被氧化可能的原因：

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。

膜元件是否被氧化可以通过加压染色试验来判定。

#### ②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中，特别是当运行压力较高时，问题就越严重。

### 三、稳定运行后压降增加，导致产水量降低或脱盐率降低

进水与浓水间的压差称为压降；每一支含多支膜元件的压力容器压降上限为3.5bar，单支有玻璃钢外壳的膜元件的压降上限为1bar，过高的压降将导致膜元件望远镜现象及膜元件玻璃钢外壳的破裂，从而造成膜元件的机械损伤。当进水流量恒定时，压降的增加常常是由于元件进水网格流道内存在污染物或结垢物，一旦进水流道被堵塞，常常会伴有产水量的下降。

下面为引起压降增加的常见的原因：

### ①微生物污染

微生物污染常常会引起RO系统所有段压降的显著增加；微生物污染多出现在水源为地表水和废水回用的系统中。

解决微生物污染的方法：

- a. 进水中投加杀菌剂，注意防止氧化性杀菌剂进入膜元件，避免膜元件被氧化；
- b. 更换为抗氧化膜元件，整个系统中投加杀菌剂（包括反渗透膜系统）。

### ②结垢污染

结垢污堵进水流道常常会引起最后一段膜元件压降的增加，必须保证采取了控制结垢的适当措施，并采用合适的化学药剂清洗膜元件，同时控制合适的回收率。

RO膜系统中常见的系统故障，其症状、原因和纠正措施汇总

故障症状			可能的原因	纠正措施
产水量	盐透过率	压差		
↓	↑	↑	结垢污染	化学清洗，控制结垢
↓	↑	↑	胶体污染	化学清洗，改善预处理
↓	→	↑	生物污染	化学清洗、消毒，改善预处理
↓	→	→	有机物污染	化学清洗；改善预处理
↓	↓	→	压密化	更换膜元件或增加膜元件
↑	↑	→	氧化破坏	更换膜元件，投加还原剂 更换抗氧化膜元件
↑	↑	→	膜片损伤泄露 “O”形圈泄漏 产水管泄漏	更换膜元件 改进保安滤器过滤效果 更换“O”形圈 更换膜元件

↑增加 ↓降低 →不变 ↑↓ 主要症状

## ■ 5-3 VONTRON™ 系列膜元件系统设计或使用现状资料登记表

表1. 系统概况记录表

登记序号:		记录日期:	
用户信息	用户名称:	联系人:	
	E-mail:	电话及传真:	
	工程所在地:	最终用户(选填):	
	地址(选填):	邮编:	
水源资料	水源特性: <input type="checkbox"/> 反渗透产水 <input type="checkbox"/> 地下水/深井水 <input type="checkbox"/> 地表水 <input type="checkbox"/> 自来水 <input type="checkbox"/> 海水 <input type="checkbox"/> 市政(生活)废水 <input type="checkbox"/> 工业废水		
	水温情况: 最低            °C    最高            °C    平均            °C    设计            °C		
系统概况	药剂投加: <input type="checkbox"/> 还原剂 <input type="checkbox"/> 絮凝剂 <input type="checkbox"/> 杀菌剂 <input type="checkbox"/> 助凝剂 <input type="checkbox"/> 酸化剂 <input type="checkbox"/> 阻垢剂 <input type="checkbox"/> 其他		
	现有预处理: <input type="checkbox"/> 多介质+活性炭 <input type="checkbox"/> 超滤(MF/UF) <input type="checkbox"/> SDI <sub>15</sub> 值		
	设计产水电导:	系统产水电导:	系统脱盐率:
	设计产水量(m <sup>3</sup> /h):	系统产水量(m <sup>3</sup> /h):	系统回收率:
	反渗透系统流程:		
	系统用途: <input type="checkbox"/> 医药工艺用水 <input type="checkbox"/> 医用精致水 <input type="checkbox"/> 电力行业 <input type="checkbox"/> 制取纯净水 <input type="checkbox"/> 生活饮用水 <input type="checkbox"/> 化工行业 <input type="checkbox"/> 锅炉用水(高压.中压.低压) <input type="checkbox"/> 电子行业 <input type="checkbox"/> 冶金行业 <input type="checkbox"/> 废水回用处理 <input type="checkbox"/> 其它行业用水		
	系统运行方式: <input type="checkbox"/> 24小时连续 <input type="checkbox"/> 8小时连续 <input type="checkbox"/> 24小时断续 <input type="checkbox"/> 8小时断续		
	后处理设备流程:		

表2. 系统预处理详细数据表

机械过滤器 (石英砂过滤器)	材质: <input type="checkbox"/> 不锈钢 <input type="checkbox"/> 普通钢衬胶 <input type="checkbox"/> 玻璃钢					
	控制方式: <input type="checkbox"/> 手动 <input type="checkbox"/> 自动控制阀 <input type="checkbox"/> 电动阀					
	过滤器尺寸 (mm)			填料信息: 填料种类、厚度、粒径等		
	直径	高度	填料厚度			
	冲洗频率及强度					
	冲洗频率	正冲时间	反冲时间			
活性炭过滤器	材质: <input type="checkbox"/> 不锈钢 <input type="checkbox"/> 普通钢衬胶 <input type="checkbox"/> 玻璃钢					
	控制方式: <input type="checkbox"/> 手动 <input type="checkbox"/> 自动控制阀 <input type="checkbox"/> 电动阀					
	过滤器尺寸 (mm)			填料信息: 填料种类、厚度、粒径等		
	直径	高度	填料厚度	活性炭类型	填充质量	活性炭密度
	冲洗频率及强度			备注:		
	冲洗频率	正冲时间	反冲时间			
投加还原剂	是否投加还原剂: <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		投加浓度	投加方式	接触时间	
	还原剂成分					
软化器	材质: <input type="checkbox"/> 不锈钢 <input type="checkbox"/> 普通钢衬胶 <input type="checkbox"/> 玻璃钢					
	控制方式: <input type="checkbox"/> 手动 <input type="checkbox"/> 自动控制阀 <input type="checkbox"/> 电动阀					
	过滤器尺寸 (mm)			树脂信息		
	直径	高度	填料厚度	树脂牌号	树脂型号	填充重量

表3. 反渗透系统原水水质分析表

项目名称		采样时间		采样地点	
原水水源 _____		分析时间 _____		分析人 _____	
pH		浊度 (NTU)		水温 (°C)	
SDI		电导率 (μS/cm)		ORP (mV)	
离子成分		ppm	meq/L	离子成分	
钙离子 (Ca <sup>2+</sup> )				氯离子 (Cl <sup>-</sup> )	
镁离子 (Mg <sup>2+</sup> )				硫酸根 (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	
钠离子 (Na <sup>+</sup> )				碳酸根 (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	
钡离子 (Ba <sup>2+</sup> )				碳酸氢根 (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	
锶离子 (Sr <sup>2+</sup> )				磷酸根 (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	
钾离子 (K <sup>+</sup> )				氟离子 (F <sup>-</sup> )	
亚铁离子 (Fe <sup>2+</sup> )				硝酸根 (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	
铁离子 (Fe <sup>3+</sup> )				二氧化硅 (SiO <sub>2</sub> )	
铝离子 (Al <sup>3+</sup> )				其他离子 (如硼离子)	
总阳离子				总阴离子	
总固体含量 (ppm)				生物需氧量BOD (ppm)	
总硬度 (CaCO <sub>3</sub> ppm)				化学需氧量COD (ppm)	
总碱度 (mL)				细菌个数 (个/L)	
酚酞碱度 (mL)				余氯浓度 (ppm)	

## 第六章 膜元件质量保证

### ■ 6-1 反渗透膜元件三年质量保证书

VONTRON反渗透膜元件在依据北京时代沃顿科技有限公司提出的设计和操作规范条件下使用时,时代沃顿才可确保生产及销售的反渗透膜元件品质,同时提供三年有限质量保证,其条款如下:

#### 制造工艺及材料的保证

时代沃顿公司保证其生产及销售的反渗透元件在制造工艺与材料方面是完好的。在买方依据时代沃顿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,时代沃顿承担产品到达买方指定口岸之日起12个月的保证义务,时代沃顿根据本条款检验发现确有缺陷时,由时代沃顿公司决定免费修理或更换。

#### 性能保证

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。时代沃顿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,时代沃顿公司提供如下保证:

##### ① 三年有限质保期内的性能

(1) 在时代沃顿公司《产品通用技术条件》规定的测试条件下使用或测量时,盐透过率不超过《产品通用技术条件》所规定最小值的2倍。

(2) 在时代沃顿公司《产品通用技术条件》规定的测试条件下使用或测量时,平均产水量不低于《产品通用技术条件》所规定最小值的70%。

##### ②初始性能

时代沃顿公司所保证的元件最小产水量及脱盐率列于《产品通用技术条件》里,这些参数由时代沃顿公司规定的标准测试条件下获取。如元件没有达到规定的最小值,时代沃顿公司将在确认性能缺陷后,对元件进行维修或退还缺陷元件购买费用,该情况下,运费由时代沃顿公司支付。

##### ③ 如下列任何一种情况买方未满足时,时代沃顿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 $\leq 1.0$ NTU, SDI<sub>15</sub> $\leq 5$ , 给水温度 $\leq 45^{\circ}\text{C}$ ;

- (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应 $\leq 45^{\circ}\text{C}$ ,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(注:对于本条款,HOR抗氧化膜元件按照抗氧化膜元件的给水要求执行);
- (6) 膜元件的最高操作压力如下表(产品说明中另有规定除外):

膜元件系列	最大操作压力
XLP系列极低压膜元件	600 psi
ULP系列超低压膜元件	600 psi
LP系列低压膜元件	600 psi
SW系列海水淡化膜元件	1000 psi
FR系列低污染膜元件	600 psi
HOR系列抗氧化膜元件	600 psi

- (7) 任何情况下,对膜元件产生的背压不得超过5 psi,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。当依照质保条款向时代沃顿公司提出赔偿要求时,这些资料将是时代沃顿公司履行性能保证的依据。

### 反渗透 (RO) 系统的构成条件:

① 完整有效的预处理、膜组件的排列、仪器仪表的设置、设备的设计标准及配件等均应符合时代沃顿公司反渗透膜设计导则和相关技术标准,时代沃顿公司有权检查设计是否符合设计导则和有关技术标准。

② 反渗透系统,应具备在运行及停运保存期间防止产生微生物及其他污染产生的适当装置和可采取的防护措施。

### 原水条件:

① 反渗透系统进水须保证反渗透膜表面不应该有胶状物质、微生物或其他沉淀物附着。

② 反渗透膜不应受到表面活性剂、有机溶剂、油脂、高分子聚合物等有害化学物质其的损伤。

③ 原水中不应含有臭氧、氯、高锰酸钾等强氧化性物质。

④ 进水的温度应低于45℃。

⑤ 进入反渗透系统的原水的SDI<sub>15</sub>应保证始终小于5,给水的最大浊度应小于1.0NTU,连续运行给水浊度应控制在0.3~0.5NTU,SDI<3以下为好。

⑥ 原水中不应含有胶状性硫。

### 操作条件:

① 应针对可能析出难溶物的程度来确定反渗透设备在运行时最适宜的系统水回收率。

② RO系统在运行时应确保钙、镁、钡、锶、硅等不能在膜系统内形成污垢。

③ RO系统应有专门装置防止高压泵在启动和运行过程中的水锤 (water hammer) 作用于反渗透膜。

④ 反渗透系统应使用时代沃顿公司推荐的或是被允许使用的化学药剂,若使用时代沃顿公司未推荐使用的化学药剂,应首先征求时代沃顿公司的同意。

### 清洗条件:

请参照《反渗透膜系统的清洗导则》

### 反渗透膜使用过程中的注意事项:

① 对于推荐的设计范围,请查阅时代沃顿公司最新版本的技术手册、设计指南,或者向膜技术专家咨询。如果用户没有严格遵循本样本提供的操作条件,时代沃顿公司将不承担由此产生的一切后果。

② 所有的膜元件出厂前都经过严格测试，湿膜元件采用RO产水及食品级亚硫酸氢钠配制0.1%的亚硫酸氢钠保护液（冬天时还要添加10%的丙二醇防冻液）进行储藏处理，然后采用真空包装，外包装为硬纸箱。为了防止在短期储藏、运输以及系统待机时微生物的滋长，推荐用含1.0%亚硫酸氢钠（食品级）的保护液（用RO产出水配制）浸泡元件。

③ 运行初期第一个小时的RO产水要排放掉。

④ 在储存和运行中禁止添加任何对膜元件有影响的化学药剂，如违反使用这类化学药剂，时代沃顿公司将不承担由此产生的一切后果。

## ■ 6-2 反渗透膜元件返修退换程序

如客户确实需要执行反渗透膜元件返修退换程序，请按北京时代沃顿科技有限公司如下程序进行：

### ◆ 6-2.1 膜元件返修程序

返修前必须与时代沃顿公司区域销售经理联系，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：由时代沃顿公司技术人员上门为客户进行检测或客户将膜元件寄回时代沃顿公司检测。

① 如采取时代沃顿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时代沃顿公司膜材料及生产工艺造成的问题，则由时代沃顿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，运费由时代沃顿公司承担。

(2) 检测后，对于在质保期内非时代沃顿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。

② 如采取客户将膜元件寄回时代沃顿公司的方式，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，将登记表返回时代沃顿区域销售经理，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：

◇ 膜元件型号、序列号及购买合同号；

◇ 详细的产品故障描述；

◇ 反映返回膜元件性能的全部数据,如脱盐率、温度、压力、给水含盐浓度、产品水流量等;

### ◆ 6-2.2 包装及运输

① 运输前,客户应根据时代沃顿公司技术公告中条款的规定,对不同型号的膜元件进行保护和存储。

② 运输过程中,膜元件应装入密封的塑料袋中,并放在纸箱内避免机械损伤,同时应做好防潮、防晒保护工作。

③ 客户应在取得时代沃顿公司返修通知后,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。

### ◆ 6-2.3 检测程序

① 若需要对返回的膜元件进行技术检测而必须进行破坏性实验的,时代沃顿公司区域销售经理将与客户取得联系,在得到客户授权后进行破坏性实验。

② 对于在质保期内的膜元件,如测试结果证明膜元件的问题非膜材料或生产过程造成,将由客户自行承担全部检测费用,并且不能得到时代沃顿公司的赔偿。时代沃顿公司将根据客户指示处理膜元件或客户付费寄回。

③ 如测试结果证明膜元件确实存在材料及生产工艺缺陷,时代沃顿公司将承担检测费用,同时客户可获得公司赔偿的符合技术标准的膜元件,运费由时代沃顿公司承担。

④ 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。

### ◆ 6-2.4 附则

① 时代沃顿公司负责膜元件退回公司的运输费用。

② 如果时代沃顿公司没有在规定的时间内收到膜元件,公司将通知客户该返修程序结束,规定时间为客户收到经区域销售经理签认的膜元件返修退换登记表后的30日之内。

③ 如发生以下情况其中任何一种,质量保证将失效:

- ◇ 膜元件上没有时代沃顿公司产品系列号;
- ◇ 可见到膜元件在使用过程中受到明显的水质污染;
- ◇ 可见到膜元件在使用过程中造成的机械损坏;
- ◇ 因不合适的贮存和运输所造成的膜元件损坏;
- ◇ 未获得时代沃顿公司许可,擅自对膜元件进行改造。

附件1 膜元件返修退换登记表

北京时代沃顿科技有限公司 膜元件返修退换登记表			
客户名称		销售商名称	
联系人		传真	
联系电话		E-mail	
附带资料			
膜元件型号及序列号:			
详细故障描述(包括首次运行时间):			
以下由北京时代沃顿科技有限公司填写			
区域销售经理			

■ 6-3 质量认证

ISO9001:2000认证

2003年11月, 我公司通过ISO9001:2000质量体系认证, 并于2007年3月成功通过了认证机构的复审。



## NSF/ANSI 58 认证

2006年1月10日, 我公司的家用膜系列通过美国NSF/ANSI 58认证。

# NSF International

RECOGNIZES

VONTRON ENVIRO-TECH CO., LTD.  
CHINA

AS COMPLYING WITH NSF/ANSI 58.  
PRODUCTS APPEARING IN THE NSF OFFICIAL LISTING ARE  
AUTHORIZED TO BEAR THE NSF MARK.



This certificate is the property of NSF International and must be returned upon request. For the most current and complete information, please access NSF's website ([www.nsf.org](http://www.nsf.org)).

January 10, 2006  
Certificate# 3D180 - 01

Thomas J. Bruursema, General Manager  
Drinking Water Treatment Units



## 第七章 膜元件服务规范

### ■ 7-1 服务控制程序

#### ◆ 7-1.1 主题内容与适应范围

◇ 本程序依据ISO9001(2000版)第7.2条制定,规定了产品服务内容以及服务提供的要求与控制程序。

◇ 本程序适应于北京时代沃顿科技有限公司-反渗透产品的售前、售中与售后服务的控制。

#### ◆ 7-1.2 职能职责

◇ 市场部经理负责组织制定反渗透产品的《产品技术支持与服务手册》,管理者代表审核、总经理批准。

◇ 采购主管负责《产品技术支持与服务手册》的印制。

◇ 产品研究与技术支持主管负责《产品技术支持与服务手册》中产品技术服务部分的制修订,技术副总审核、总工程师批准。

◇ 产品研究与技术支持主管负责组织编写《产品通用技术条件》,技术副总组织审核,总工程师批准。

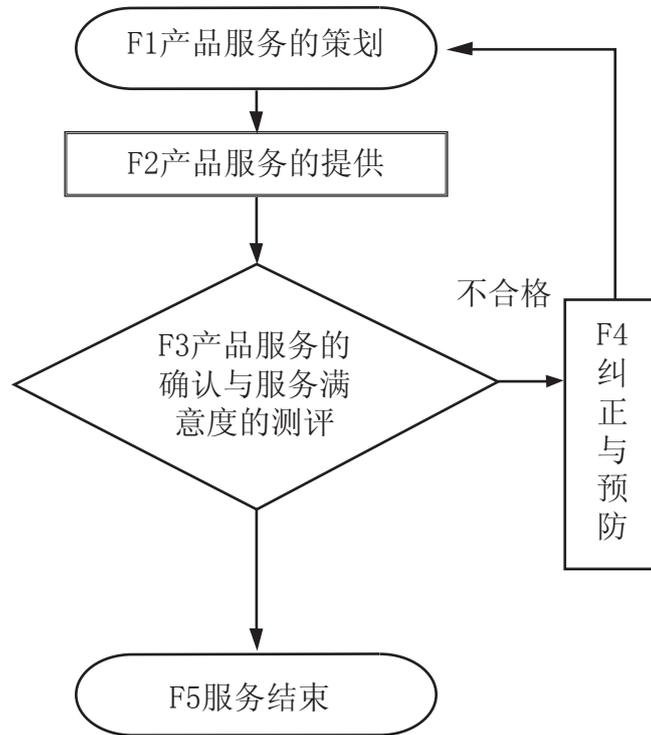
◇ 产品推广主管负责《产品技术支持与服务手册》中销售服务部分的制修订,营销中心主任审核、营销副总批准。

◇ 产品研究与技术支持人员负责产品销售过程中的技术支持与服务、服务确认与顾客满意度测评

◇ 各区域经理负责产品销售过程中的销售服务、服务确认与顾客满意度测评。

◇ 质量主管负责产品销售过程中提供服务的顾客满意度的整体评价以及相关纠正与预防措施的控制与跟踪验证。

◆ 7-1.3 控制图



◆ 7-1.4 控制程序

<p>F1 产品服务的策划</p>	<p>1. 市场部经理负责依据《产品通用技术条件》和《产品市场调研与分析报告》中产品及应用的特点与顾客服务需求及时组织产品应用与技术支持主管和产品推广主管制定和修订《产品技术支持与服务手册》，并经管理者代表审核，总经理批准后交由采购中心主管进行印制。</p> <p>① 《产品技术支持与服务手册》中“产品技术服务”部分由产品研究与技术支持主管组织制修订，技术副总审核、总工程师批准。</p> <p>② 《产品技术支持与服务手册》中“产品销售服务”部分由产品推广主管负责制修订，市场部经理审核、营销副总批准。</p> <p>③ 《产品技术支持与服务手册》主要包括以下内容：</p>	<p>《产品市场调研与分析报告》</p> <p>《产品通用技术条件》《产品技术支持与服务手册》</p>
-----------------------	---	---

转下页

接上页:

	<p>a. 产品通用技术规范(其中包括: 产品的主要技术指标及其检验试验方法、包装与运输规范、存储期限与条件等);</p> <p>b. 产品选择与应用指南(其中包括: 公司提供的常规产品与个性化产品分类表、产品的主要技术指标及其适应领域与特点、产品的应用指南以及工业膜组件应用技术情况顾客确认表等);</p> <p>c. 产品服务指南(其中包括: 服务控制程序、产品售前服务的内容与方式、产品售中服务的内容与方式以及产品售后服务的内容与方式等);</p> <p>d. 顾客满意度测评指南(其中包括: 售前服务满意度测评表、售中服务满意度测评表、售后服务满意度测评表和产品实物质量顾客投诉受理单)。</p>	
<p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">F2 产 品 服 务 的 提 供</p>	<p>2. 市场部经理负责依据上年度《顾客满意度评价报告》和下年度《业务计划》按照《全面预算管理办法》制定下年度《服务计划》，经营销副总审核、经营班子审议、总经理批准后实施。</p> <p>①年度服务计划主要包括: 服务内容、频次、责任部门、时间以及资源安排等。</p> <p>a. 售前服务计划(包括: 新产品、新技术、新领域推广会计划, 专业领域、专业刊物或媒体的产品和技术的推介计划等);</p> <p>b. 售中服务计划(包括: 产品应用与检测知识与技能培训计划、反渗透系统设计方案的提供或参与计划等);</p> <p>c. 售后服务计划(包括: 产品使用过程中保质期内的“三包”服务、产品实物质量投诉的受理、顾客服务请求的受理以及客户关怀服务等)。</p> <p>②售前服务由市场部经理组织产品研究与技术支持主管和产品</p>	<p>《全面预算管理办法》</p> <p>《顾客满意度评价报告》</p> <p>《业务计划》</p> <p>《售后服务请求单》</p>

转下页

接上页:

<p>F2 产品 服务 的 提 供</p>	<p>推广主管按照服务计划或合同订单的时点要求适时推进；产品研究与技术支持主管负责组织产品技术的推介以及相关推介文稿的制定（必要时可请相关设计、检测人员或技术副总、总工程师参与），产品推广主管负责售前服务活动的组织与实施。</p> <p>③售中服务由市场部经理组织产品推广主管、产品研究与技术支持主管依据合同订单要求适时向顾客提供产品应用与检测知识与技能的现场培训，或及时参与顾客反渗透系统方案的设计以及现场应用指导，帮助顾客建立和实施产品的应用、检测与维护标准与作业指导书（必要时可请相关设计、检测人员或技术副总、总工程师参与）。</p> <p>④售后服务由区域经理通过CRM系统提交《售后服务请求单》或《实物质量投诉受理单》，其中：属于《反渗透元件三年质量保证书》范围内的“三包”产品质量投诉，由区域经理填写《实物质量投诉受理单》后直接提交给质量主管按照《顾客投诉控制程序》进行处理；属于“三包”范围以外的产品质量问题，由区域经理按照产品赠与计划或相关规定，提交营销副总批准后实施。售后技术服务请求，由区域经理填写《售后服务请求单》提交给总工程师及时安排相关人员提供相应服务。售后销售服务请求，由区域经理填写《售后服务请求单》提交给营销副总及时安排相关人员提供相应服务。顾客关怀服务由营销副总依据《服务计划》组织市场部业务主管、产品推广主管或区域经理适时实施（主要包括顾客走访与答谢）。</p>	<p>《反渗透元件三年质量保证书》 《顾客投诉控制程序》</p>
---	---	--------------------------------------

转下页

接上页:

<p>F3 产 品 服 务 的 确 认 与 顾 客 满 意 度 测 评</p>	<p>3.产品服务人员必须及时填写相应的《服务满意度测评表》，由顾客进行签字确认，并及时反馈给公司质量主管进行备案。</p> <p>①售前服务由市场部经理组织顾客现场填写《售前服务满意度测评表》并经顾客签字确认。</p> <p>②售中服务由产品研究与技术支持主管在服务结束后，填写《售中服务满意度测评表》，交由顾客签字确认。</p> <p>③售后服务中提供现场服务时，由服务提供者填写《售后服务满意度测评表》，交由顾客签字确认；未提供现场服务时，由相应的区域经理填写《售后服务满意度测评表》，并经顾客电话确认（区域经理签认）。</p> <p>④质量主管负责按月对顾客实物质量投诉受理情况进行分类统计与分析，按照《顾客投诉控制程序》的要求，对纠正和预防措施进行跟踪与验证；并向月度办公例会专题报告。</p> <p>⑤质量主管负责按月对产品服务提供情况以及顾客满意度测评情况进行统计分析，提出纠正与预防措施并跟踪与验证；并向月度办公例会专题报告。</p> <p>⑥质量主管负责于每年11月中旬以前对公司一年来产品服务提供以及顾客满意度情况进行分类统计、分析并提交管理评审会议和年终工作研讨会进行评审与研讨。</p>	<p>《售前服务满意度测评表》 《售中服务满意度测评表》 《售后服务满意度测评表》 《顾客投诉控制程序》</p>
---	---	--

## 7.2 产品售前服务的内容与提供要求

**售前服务的内容:** 新产品、新技术、新领域的专题推广,专业领域、专业刊物或媒体的产品和技术推介等。

**售前服务的提供:** 由市场部经理组织产品研究与技术支持主管和产品推广主管按照服务计划或合同订单的时点要求适时推进;产品研究与技术支持主管负责组织产品技术的推介以及相关推介文稿的制定(必要时可请相关设计、检测人员或技术副总、总工程师参与),产品推广主管负责售前服务活动的组织与实施。

**期待您的支持与协助：**我们将邀请您参加公司在各专业领域的新技术、新产品推广或推介活动，您也可以通过公司网站或专业刊物适时了解公司新技术、新产品讯息；公司市场部将适时组织您填写、确认并反馈《售前服务满意度测评表》。

### ■ 7-3 产品售中服务的内容与提供要求

**售中服务的内容：**产品应用与检测知识与技能培训、反渗透系统设计方案的提供或设计参与等。

**售中服务的提供：**由市场部经理组织产品推广主管、产品研究与技术支持主管依据合同订单要求适时向顾客提供产品应用与检测知识与技能的现场培训，或及时参与顾客反渗透系统方案的设计以及现场应用指导，帮助顾客建立和实施产品的应用、检测与维护标准与作业指导书（必要时可请相关设计、检测人员或技术副总、总工程师参与）。

**期待您的支持与协助：**为保证您更好地选择、使用和维护好我公司提供的产品，您需要在产品购销或服务合同中明确提出各项服务的内容与要求；我们将按照合同要求给您提供及时的产品应用与检测知识与技能培训、反渗透系统设计方案或建议，指导反渗透产品现场安装、调试等，并帮助您建立反渗透系统的运行监控体系。服务结束后，我们将组织您适时填写、确认并反馈《售中服务满意度测评表》。

### ■ 7-4 产品售后服务的内容与提供要求

**售后服务的内容：**产品使用过程中保质期内的“三包”服务、产品实物质量投诉的受理、顾客服务请求的受理以及客户关怀服务等

**售后服务的提供：**由区域经理通过CRM系统提交《售后服务请求单》或《实物质量投诉受理单》，其中：属于《反渗透膜元件三年质量保证书》范围内的“三包”产品质量投诉，由区域经理填写《实物质量投诉受理单》后直接提交给质量主管按照《顾客投诉控制程序》进行处理；属于“三包”范围以外的产品质量问题，由区域经理按照产品赠予计划或相关规定，提交营销副总批准后实施。售后技术服务请求，由区域经理填写《售后服务请求单》提交给总工程师及时安排相关人员提供相应服务。售后销售服务请求，由区域经理填写《售后服务请求单》提交给营销副总及时安排相关人员提供相应服务。顾客关怀服务由营销副总依据《服务计划》组织市场部业务主管、产品推广主管或区域经理适时实施（主要包括顾客走访与答谢）。

**期待您的支持与协助：**在产品交付、验收和使用过程中出现的有关我公司反渗透产品及其相关运行指标问题，您只需要直接填写《实物质量投诉受理单》并反馈给公司所在区域的销售工程师，您将会在最短的时间得到问题的确认，随后我们将会给您一份质量问题分析报告并提出改善意见与建议。服务结束后，我们将组织您适时填写、确认并反馈《售后服务满意度测评表》；您可以通过电话或签字确认您的反馈意见。

## 第八章 顾客满意度测评指南

本着以顾客为关注焦点的原则，为更全面的了解客户需求，促进公司内部产品质量及外部服务水平的提升，北京时代沃顿科技有限公司将依据内部业务流程的相关规定，定期进行客户满意度测评。

### ■ 8-1 测评方式

(1) 时代沃顿公司客户满意度测评工作分售前、售中、售后三个阶段实施。

(2) 客户满意度测评以问卷形式进行，由时代沃顿各区域销售经理向用户发出客户满意度调查表，经客户填写相关信息后，由区域销售经理回收，交时代沃顿公司内部相关部门进行统计分析。

### ■ 8-2 测评范围

(1) 客户满意度测评涉及的产品包括时代沃顿公司全系列膜元件。

(2) 客户满意度测评涉及的人群包括所有购买、使用时代沃顿公司膜元件的用户。

### ■ 8-3 测评内容

客户满意度测评主要围绕顾客对产品质量、服务质量的关注展开，具体的测评项目如下：

(1) 实物质量客户满意度

- a. 性能稳定性
- b. 脱盐率
- c. 产水量
- d. 产品外观及防护
- e. 使用寿命

(2) 销售及技术服务客户满意度

- a. 服务人员的业务素养
- b. 产品性价比
- c. 产品交付及时性
- d. 投诉处理及时性
- e. 技术服务有效性

### ■ 8-4 改进

客户满意度测评的统计分析结果将作为时代沃顿公司进行质量策划、质量改进的依据，时代沃顿公司将依据客户需求，不断优化公司的业务流程，为客户提供性能更为稳定的产品和更多的增值服务。



### 售中服务客户满意度调查表

<p>尊敬的顾客：</p> <p>感谢您使用我公司产品，为了进一步提高我公司产品质量及客户服务水平，敬请您填写本表。时代沃顿需要您的支持，以便我们能为您提供更好的产品及服务。为方便填写，请在您认为适合的项目方框内打√或在空白处填写文字。</p>	
公司名称：	地址：
联系人：	电话：
传 真：	E-mail：
1. 您经常遇到的反渗透系统故障是：	
2. 遇到上述问题，您的处理方式是： <input type="checkbox"/> 依靠自身技术力量解决 <input type="checkbox"/> 找厂家或经销商解决 <input type="checkbox"/> 换货 <input type="checkbox"/> 退货	
3. 您期望我公司能为您提供哪些技术服务： <input type="checkbox"/> 现场排查系统故障 <input type="checkbox"/> 清洗膜元件 <input type="checkbox"/> 提供预处理工艺 <input type="checkbox"/> 系统运行维护	
其他：	
5. 您对我公司现有技术服务的评价是：	
6. 您对我公司现有销售服务的评价是：	
7. 您的其他意见和建议：	

## 售后服务客户满意度调查表

尊敬的顾客： 感谢您使用我公司产品，为了进一步提高我公司产品质量及客户服务水平，敬请您填写本表。时代沃顿需要您的支持，以便我们能为您提供更好的产品及服务。为方便填写，请在您认为适合的项目方框内打√或在空白处填写文字。																																																							
顾客资料	公司名称： 地址：																																																						
	联系人： 电话：																																																						
	传真： E-mail：																																																						
	您所使用的主要产品型号是：																																																						
实物及服务满意度	<table border="1"> <tr> <td>1.对产品抗污染性</td> <td><input type="checkbox"/> 非常满意</td> <td><input type="checkbox"/> 满意</td> <td><input type="checkbox"/> 一般</td> <td><input type="checkbox"/> 不满意</td> <td><input type="checkbox"/> 非常不满意</td> </tr> <tr> <td>2.对性能指标稳定性</td> <td><input type="checkbox"/> 非常满意</td> <td><input type="checkbox"/> 满意</td> <td><input type="checkbox"/> 一般</td> <td><input type="checkbox"/> 不满意</td> <td><input type="checkbox"/> 非常不满意</td> </tr> <tr> <td>3.对产品外观及尺寸</td> <td><input type="checkbox"/> 非常满意</td> <td><input type="checkbox"/> 满意</td> <td><input type="checkbox"/> 一般</td> <td><input type="checkbox"/> 不满意</td> <td><input type="checkbox"/> 非常不满意</td> </tr> <tr> <td>4.对产品产水量</td> <td><input type="checkbox"/> 非常满意</td> <td><input type="checkbox"/> 满意</td> <td><input type="checkbox"/> 一般</td> <td><input type="checkbox"/> 不满意</td> <td><input type="checkbox"/> 非常不满意</td> </tr> <tr> <td>5.对产品脱盐率</td> <td><input type="checkbox"/> 非常满意</td> <td><input type="checkbox"/> 满意</td> <td><input type="checkbox"/> 一般</td> <td><input type="checkbox"/> 不满意</td> <td><input type="checkbox"/> 非常不满意</td> </tr> <tr> <td>6.对产品包装及防护</td> <td><input type="checkbox"/> 非常满意</td> <td><input type="checkbox"/> 满意</td> <td><input type="checkbox"/> 一般</td> <td><input type="checkbox"/> 不满意</td> <td><input type="checkbox"/> 非常不满意</td> </tr> <tr> <td>7.对产品使用寿命</td> <td><input type="checkbox"/> 非常满意</td> <td><input type="checkbox"/> 满意</td> <td><input type="checkbox"/> 一般</td> <td><input type="checkbox"/> 不满意</td> <td><input type="checkbox"/> 非常不满意</td> </tr> <tr> <td>8.您对我公司产品质量的总体评价</td> <td><input type="checkbox"/> 非常满意</td> <td><input type="checkbox"/> 满意</td> <td><input type="checkbox"/> 一般</td> <td><input type="checkbox"/> 不满意</td> <td><input type="checkbox"/> 非常不满意</td> </tr> <tr> <td colspan="6">9.您最希望我们在产品质量的哪些项目上进行改进：</td> </tr> </table>	1.对产品抗污染性	<input type="checkbox"/> 非常满意	<input type="checkbox"/> 满意	<input type="checkbox"/> 一般	<input type="checkbox"/> 不满意	<input type="checkbox"/> 非常不满意	2.对性能指标稳定性	<input type="checkbox"/> 非常满意	<input type="checkbox"/> 满意	<input type="checkbox"/> 一般	<input type="checkbox"/> 不满意	<input type="checkbox"/> 非常不满意	3.对产品外观及尺寸	<input type="checkbox"/> 非常满意	<input type="checkbox"/> 满意	<input type="checkbox"/> 一般	<input type="checkbox"/> 不满意	<input type="checkbox"/> 非常不满意	4.对产品产水量	<input type="checkbox"/> 非常满意	<input type="checkbox"/> 满意	<input type="checkbox"/> 一般	<input type="checkbox"/> 不满意	<input type="checkbox"/> 非常不满意	5.对产品脱盐率	<input type="checkbox"/> 非常满意	<input type="checkbox"/> 满意	<input type="checkbox"/> 一般	<input type="checkbox"/> 不满意	<input type="checkbox"/> 非常不满意	6.对产品包装及防护	<input type="checkbox"/> 非常满意	<input type="checkbox"/> 满意	<input type="checkbox"/> 一般	<input type="checkbox"/> 不满意	<input type="checkbox"/> 非常不满意	7.对产品使用寿命	<input type="checkbox"/> 非常满意	<input type="checkbox"/> 满意	<input type="checkbox"/> 一般	<input type="checkbox"/> 不满意	<input type="checkbox"/> 非常不满意	8.您对我公司产品质量的总体评价	<input type="checkbox"/> 非常满意	<input type="checkbox"/> 满意	<input type="checkbox"/> 一般	<input type="checkbox"/> 不满意	<input type="checkbox"/> 非常不满意	9.您最希望我们在产品质量的哪些项目上进行改进：					
	1.对产品抗污染性	<input type="checkbox"/> 非常满意	<input type="checkbox"/> 满意	<input type="checkbox"/> 一般	<input type="checkbox"/> 不满意	<input type="checkbox"/> 非常不满意																																																	
	2.对性能指标稳定性	<input type="checkbox"/> 非常满意	<input type="checkbox"/> 满意	<input type="checkbox"/> 一般	<input type="checkbox"/> 不满意	<input type="checkbox"/> 非常不满意																																																	
	3.对产品外观及尺寸	<input type="checkbox"/> 非常满意	<input type="checkbox"/> 满意	<input type="checkbox"/> 一般	<input type="checkbox"/> 不满意	<input type="checkbox"/> 非常不满意																																																	
	4.对产品产水量	<input type="checkbox"/> 非常满意	<input type="checkbox"/> 满意	<input type="checkbox"/> 一般	<input type="checkbox"/> 不满意	<input type="checkbox"/> 非常不满意																																																	
	5.对产品脱盐率	<input type="checkbox"/> 非常满意	<input type="checkbox"/> 满意	<input type="checkbox"/> 一般	<input type="checkbox"/> 不满意	<input type="checkbox"/> 非常不满意																																																	
	6.对产品包装及防护	<input type="checkbox"/> 非常满意	<input type="checkbox"/> 满意	<input type="checkbox"/> 一般	<input type="checkbox"/> 不满意	<input type="checkbox"/> 非常不满意																																																	
	7.对产品使用寿命	<input type="checkbox"/> 非常满意	<input type="checkbox"/> 满意	<input type="checkbox"/> 一般	<input type="checkbox"/> 不满意	<input type="checkbox"/> 非常不满意																																																	
	8.您对我公司产品质量的总体评价	<input type="checkbox"/> 非常满意	<input type="checkbox"/> 满意	<input type="checkbox"/> 一般	<input type="checkbox"/> 不满意	<input type="checkbox"/> 非常不满意																																																	
	9.您最希望我们在产品质量的哪些项目上进行改进：																																																						
	销售及技术 服务满意度	10.对产品性价比	<input type="checkbox"/> 非常满意	<input type="checkbox"/> 满意	<input type="checkbox"/> 一般	<input type="checkbox"/> 不满意	<input type="checkbox"/> 非常不满意																																																
		11.对产品价格	<input type="checkbox"/> 非常满意	<input type="checkbox"/> 满意	<input type="checkbox"/> 一般	<input type="checkbox"/> 不满意	<input type="checkbox"/> 非常不满意																																																
		12.对产品交付及时性	<input type="checkbox"/> 非常满意	<input type="checkbox"/> 满意	<input type="checkbox"/> 一般	<input type="checkbox"/> 不满意	<input type="checkbox"/> 非常不满																																																
		13.对技术人员的专业水平	<input type="checkbox"/> 非常满意	<input type="checkbox"/> 满意	<input type="checkbox"/> 一般	<input type="checkbox"/> 不满意	<input type="checkbox"/> 非常不满意																																																
		14.对技术服务的有效性	<input type="checkbox"/> 非常满意	<input type="checkbox"/> 满意	<input type="checkbox"/> 一般	<input type="checkbox"/> 不满意	<input type="checkbox"/> 非常不满意																																																
		15.对销售人员业务水平	<input type="checkbox"/> 非常满意	<input type="checkbox"/> 满意	<input type="checkbox"/> 一般	<input type="checkbox"/> 不满意	<input type="checkbox"/> 非常不满																																																
		16.我公司销售人员是否对您进行回访	<input type="checkbox"/> 经常	<input type="checkbox"/> 较多	<input type="checkbox"/> 一般	<input type="checkbox"/> 很少	<input type="checkbox"/> 没有																																																
17.对投诉回复的及时性	<input type="checkbox"/> 非常满意	<input type="checkbox"/> 满意	<input type="checkbox"/> 一般	<input type="checkbox"/> 不满意	<input type="checkbox"/> 非常不满意																																																		
其他	18.您是否愿意再次购买我公司产品	<input type="checkbox"/> 非常愿意	<input type="checkbox"/> 愿意	<input type="checkbox"/> 一般	<input type="checkbox"/> 不愿	<input type="checkbox"/> 非常不愿意																																																	
	19.您是否愿意将我公司产品介绍给其他人	<input type="checkbox"/> 非常愿意	<input type="checkbox"/> 愿意	<input type="checkbox"/> 一般	<input type="checkbox"/> 不愿意	<input type="checkbox"/> 非常不愿意																																																	
客户意见及建议	20.您对我公司产品及服务及其他意见和建议：																																																						



附表：产水量标准化温度校正系数表

温度℃	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
5	2.160	2.151	2.142	2.134	2.125	2.117	2.108	2.100	2.091	2.083
6	2.075	2.066	2.058	2.050	2.042	2.034	2.025	2.017	2.009	2.001
7	1.993	1.986	1.978	1.970	1.962	1.954	1.946	1.939	1.931	1.923
8	1.916	1.908	1.901	1.893	1.886	1.878	1.871	1.863	1.856	1.849
9	1.841	1.834	1.827	1.820	1.813	1.805	1.798	1.791	1.784	1.777
10	1.770	1.763	1.756	1.750	1.743	1.736	1.729	1.722	1.716	1.709
11	1.702	1.696	1.689	1.682	1.676	1.669	1.663	1.656	1.650	1.643
12	1.637	1.631	1.624	1.618	1.612	1.605	1.599	1.593	1.587	1.581
13	1.575	1.568	1.562	1.556	1.55	1.544	1.538	1.532	1.527	1.521
14	1.515	1.509	1.503	1.497	1.492	1.486	1.480	1.474	1.469	1.463
15	1.457	1.452	1.446	1.441	1.435	1.430	1.424	1.419	1.413	1.408
16	1.403	1.397	1.392	1.387	1.381	1.376	1.371	1.366	1.360	1.355
17	1.350	1.345	1.340	1.335	1.330	1.325	1.320	1.315	1.310	1.305
18	1.300	1.295	1.290	1.285	1.280	1.275	1.270	1.266	1.261	1.256
19	1.251	1.247	1.242	1.237	1.232	1.228	1.223	1.219	1.214	1.209
20	1.205	1.200	1.196	1.191	1.187	1.182	1.178	1.174	1.169	1.165
21	1.16	1.156	1.152	1.147	1.143	1.139	1.135	1.130	1.126	1.122
22	1.118	1.114	1.110	1.105	1.101	1.097	1.093	1.089	1.085	1.081
23	1.077	1.073	1.069	1.065	1.061	1.057	1.053	1.049	1.045	1.042
24	1.038	1.034	1.030	1.026	1.022	1.019	1.015	1.011	1.007	1.004
25	1.000	0.997	0.995	0.992	0.989	0.987	0.984	0.982	0.979	0.976
26	0.974	0.971	0.969	0.966	0.963	0.961	0.958	0.956	0.953	0.951
27	0.948	0.946	0.943	0.941	0.938	0.936	0.933	0.931	0.928	0.926
28	0.924	0.921	0.919	0.916	0.914	0.912	0.909	0.907	0.904	0.902
29	0.900	0.897	0.895	0.893	0.89	0.888	0.886	0.883	0.881	0.879
30	0.877	0.874	0.872	0.870	0.868	0.865	0.863	0.861	0.859	0.856
31	0.854	0.852	0.850	0.848	0.845	0.843	0.841	0.839	0.837	0.835
32	0.832	0.830	0.828	0.826	0.824	0.822	0.820	0.818	0.816	0.813
33	0.811	0.809	0.807	0.805	0.803	0.801	0.799	0.797	0.795	0.793
34	0.791	0.789	0.787	0.785	0.783	0.781	0.779	0.777	0.775	0.773
35	0.771	0.769	0.767	0.765	0.763	0.761	0.760	0.758	0.756	0.754
36	0.752	0.750	0.748	0.746	0.744	0.743	0.741	0.739	0.737	0.735
37	0.733	0.731	0.730	0.728	0.726	0.724	0.722	0.721	0.719	0.717
38	0.715	0.713	0.712	0.710	0.708	0.706	0.705	0.703	0.701	0.699
39	0.698	0.696	0.694	0.693	0.691	0.689	0.687	0.686	0.684	0.682
40	0.681	0.679	0.677	0.676	0.674	0.672	0.671	0.669	0.667	0.666

校正后流量=实测流量×给水温度对应的校正系数（上述表中的数据）





