

GE发电设备与水处理
水处理及工艺过程处理

水处理膜

产品技术手册(2012版)



GE发电设备与水处理
水处理及工艺过程处理

GE新一代低污染反渗透膜元件

AG LF 系列

具有表面光滑、高亲水性及电中性等低污染膜的典型特征
在pH 12@35-45 °C的强碱性条件下性能稳定, 可以耐受强烈的化学清洗

低污染 易恢复 耐清洗



GE梦想启动未来

AG LF 系列

低污染苦咸水反渗透膜元件

A-系列LF专利反渗透复合膜元件具有高通量、高氯化钠脱除率和低污染特性。AG LF苦咸水膜元件适用于操作压力小于200psi (1.379MPa) 的高脱盐应用, 建议进水含盐量(TDS) 范围为1000-10000mg/l。

AG LF高脱盐苦咸水膜元件采用玻璃钢缠绕外套 和平头连接。

膜元件性能规范

| 膜类型 | 复合膜 (TFM*) | | |
|-----------------|--|----------------------|----------------------|
| 型号 | 平均产水量 gpd (m ³ /day) ^{1,2} | 平均脱盐率 ^{1,2} | 最低脱盐率 ^{1,2} |
| AG4040F LF, WET | 2,200 (8.32) | 99.5% | 99.0% |
| AG8040F LF, WET | 9,600 (36.3) | 99.5% | 99.0% |

- 运行24小时后测试, 单支膜元件产水量的范围为+25%/-15%
- 测试条件: 2,000ppm NaCl溶液, 压力225psi (1.550MPa)、温度25°C (77°F)、pH7、回收率15%

膜元件尺寸及重量

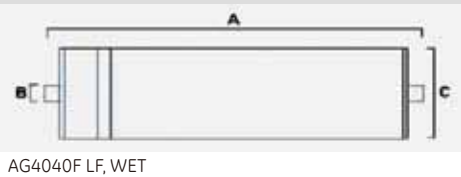
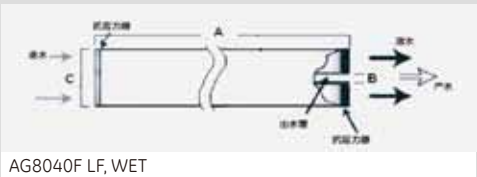
| 型号 ¹ | 尺寸, 英寸 (cm) | | | 重量 lbs (kg) |
|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|----------------|
| | A | B2 | C | |
| AG4040F LF, WET | 40.0 (101.6) | 0.75 (1.9) | 3.88 (9.9) | 3.88 (9.9) |
| AG8040F LF, WET | 40.0 (101.6) | 1.125 (2.86) | 7.9 (20.1) | 35 (16) |

- 湿膜封装 (WET)
- 外缘尺寸

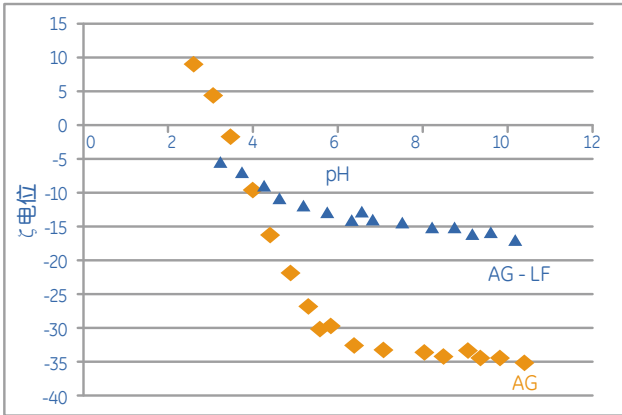
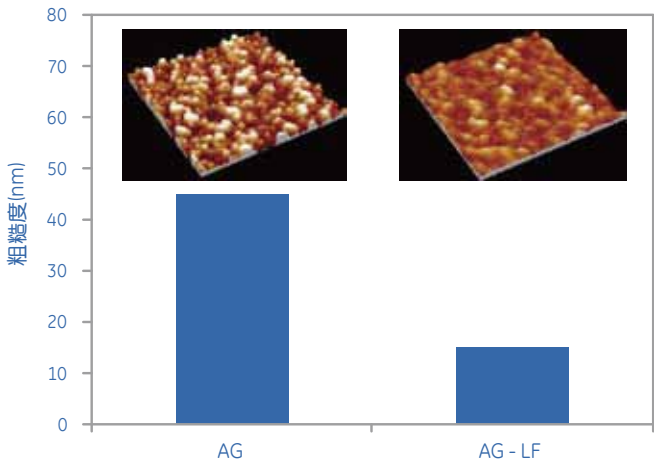
操作及化学清洗参数

| | |
|--------|--|
| 典型操作压力 | 200 psi (1,380 kPa) |
| 典型操作通量 | 10-20GFD (15-35LMH) |
| 最大操作压力 | 600 psi (4,137 kPa) |
| 最高温度 | 连续运行: 122°F (50°C) 化学清洗(CIP): 122°F (50°C) |
| pH 范围 | 最佳脱盐率: 7.0-7.5, 连续操作4.0-11.0, 化学清洗 (CIP): 2.0-11.5 |
| 最大压差 | 单支膜元件: 12 psi (83 kPa) |
| 耐氯 | 单支膜壳: 50 psi (345 kPa) 1,000+ppm-hours, |
| 进水条件 | 推荐脱氯 NTU < 1 SDI < 5 |

膜元件外形示意图



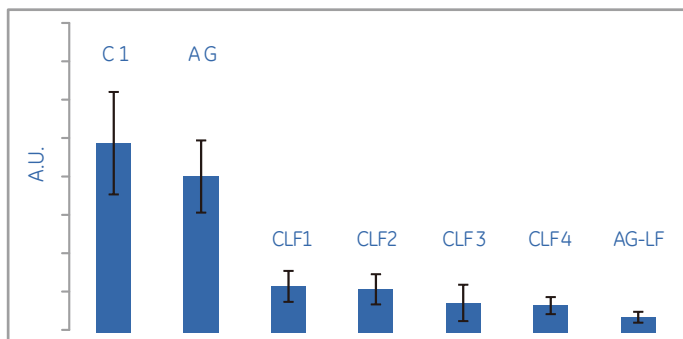
AG LF系列低污染膜具有表面光滑、高亲水性及电中性等低污染膜的典型特征



AG LF 系列膜低污染特性突出： 低吸附、易清洗、耐强烈化学清洗

静态蛋白吸附测试

本实验评估了蛋白质在膜表面的吸附情况。从实验数据中可以看出AG LF 低污染膜及商业化低污染膜CLF1-CLF4的蛋白质吸附量明显低于常规反渗透膜C1和AG，而AG LF 系列的吸附量在所有低污染膜中又是最低的。

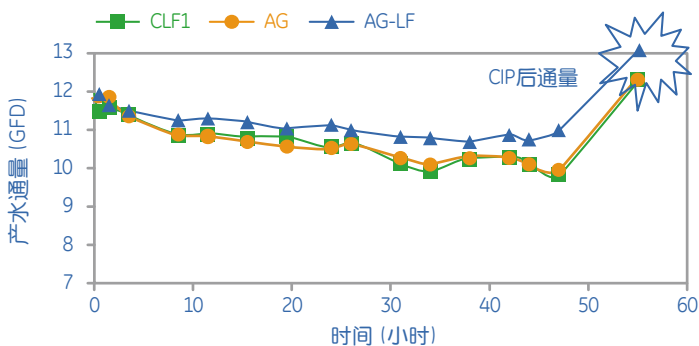


实验条件

样品: 平板膜片
测试液: 250 mg/l 荧光基团修饰的牛血清蛋白溶液
测试条件: 室温, pH 7.4
样品接触测试液30分钟后, 通过荧光扫描仪定量表征蛋白吸附量

动态蛋白污染及清洗恢复测试

本实验通过在线蛋白污染及清洗实验, 证明AG LF 低污染膜的通量衰减及化学清洗后的通量恢复均明显优于AG及商业化低污染膜CLF1。

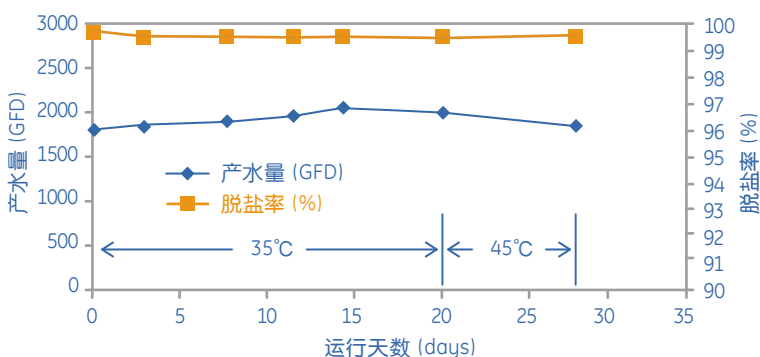


实验条件

样品: 平板膜片, 42cm²
测试液: 10 mg/l 牛血清蛋白溶液
测试条件: 室温, pH 7-8, 错流运行, 错流流速 0.33 m/s, 运行压力~150 psi
化学清洗 (CIP) 条件: NaOH溶液, pH 11, 25°C清洗2-3 小时

pH 12强碱性环境稳定性测试

AG LF 低污染膜在30天的连续强碱性、35-45°C运行环境下性能稳定, 在系统发生严重污染时, 可以采用pH12、~40°C的强烈化学清洗条件。



实验条件

样品: AG4040F LF膜元件
强碱性溶液: NaOH溶液, pH 12
运行条件: 35 psi, 循环流量1m³/h
膜元件性能测试条件: 225 psi, 2000 NaCl, 25°C, pH 7-8

推荐应用水质



工业污水回用



市政污水回用



污染地表水处理



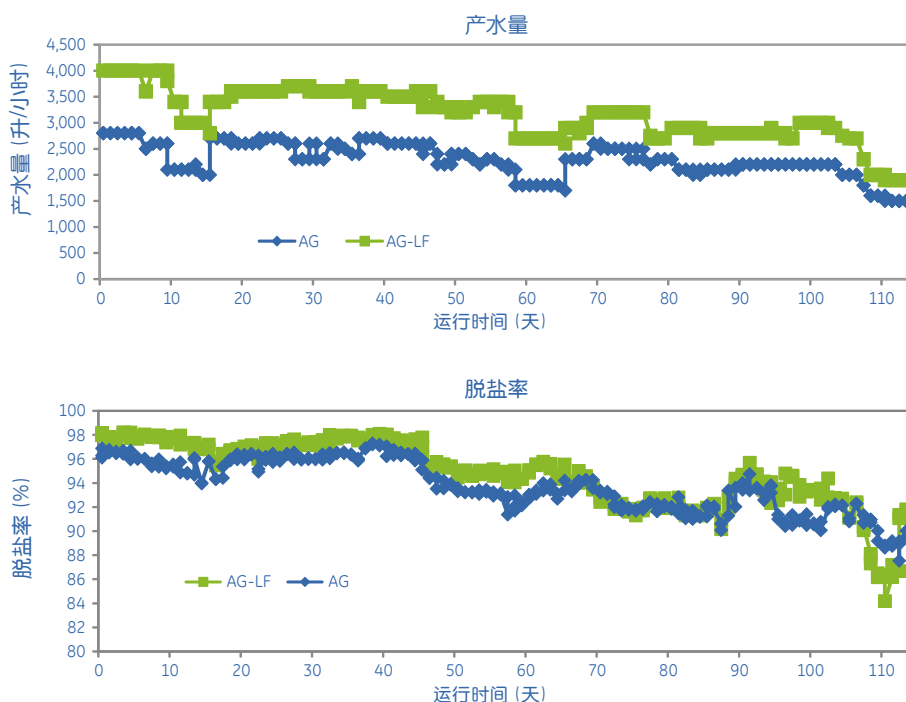
RO浓水处理

现场测试

钢铁工业废水回用系统实际运行测试

在现有反渗透装置上第一、第二段分别安装一支装有6支AG8040F-LF低污染膜元件及AG8040F-400耐污染膜元件的压力容器, 对其产水量和产水水质进行独立检测。该系统装有324支8040膜元件, 36/18排列, 进水为超滤产水。由于水温高且水质复杂波动, 膜污染现象 (特别是微生物污染) 极其严重, 不得不采用pH 12、35-38°C的极端化学清洗条件来维持系统运行。

下面是第一段的性能比较, AG8040F-LF的产水量和脱盐率均显示出明显的低污染性能优势。



欲了解详情请访问:
www.gewater.com/cn/index.jsp

中国总部:
服务热线: 8009159966
邮箱: contactgewaterasia@ge.com



GE梦想启动未来

*GE公司的商标可能在一个或多个国家已经注册。
©2011, General Electric Company. All rights reserved.
GEA18794 (09/2011)

目 录

| | | |
|----------|-------------------|----------|
| 1 | 公司简介 | 1 |
| 1.1 | GE简介 | 1 |
| 1.2 | GE水处理及工艺过程处理公司简介 | 2 |
| 2 | 产品和性能 | 3 |
| 2.1 | 膜元件型号和性能 | 3 |
| 2.2 | 产品-览表 | 5 |
| 2.2.1 | 反渗透膜 | 5 |
| 2.2.2 | 纳滤膜 | 11 |
| 2.2.3 | 超滤膜 | 13 |
| 2.2.4 | 微滤膜 | 13 |
| 2.2.5 | 认证膜 | 14 |
| 2.3 | 反渗透膜元件 | 15 |
| 2.3.1 | 常用反渗透膜选用指南 | 15 |
| 2.3.2 | AD 系列 | 17 |
| 2.3.3 | AE 系列 | 20 |
| 2.3.4 | AG 系列 | 23 |
| 2.3.5 | AG LF 系列 | 27 |
| 2.3.6 | AG 2PASS系列 | 29 |
| 2.3.7 | CD系列 | 31 |
| 2.3.8 | CE系列 | 33 |
| 2.3.9 | CG系列 | 36 |
| 2.3.10 | Duraslick™系列 | 38 |
| 2.3.11 | Duratherm HWS系列 | 41 |
| 2.3.12 | Duratherm RO HF系列 | 46 |
| 2.3.13 | MUNI反渗透(RO)系列 | 50 |
| 2.3.14 | MUNI RO LE系列 | 53 |
| 2.3.15 | OSMO BEV反渗透(RO)系列 | 56 |
| 2.3.16 | OSMO PHAR MA膜元件 | 59 |
| 2.3.17 | PRO RO HR系列 | 61 |
| 2.3.18 | PRO RO HR LE系列 | 63 |
| 2.3.19 | PRO RO HR LF系列 | 65 |
| 2.4 | 纳滤膜元件 | 67 |
| 2.4.1 | CK系列 | 67 |
| 2.4.2 | Duraslick™系列 | 70 |
| 2.4.3 | Duratherm HWS系列 | 73 |
| 2.4.4 | HL系列 | 76 |
| 2.4.5 | MUNI纳滤(NF)系列 | 79 |
| 2.4.6 | OSMO BEV纳滤(NF)系列 | 82 |
| 2.4.7 | Seasoft™系列 | 84 |

| | | |
|----------|------------------------|-----|
| 2.5 | 超滤膜元件..... | 86 |
| 2.5.1 | PW系列 | 86 |
| 2.5.2 | Duratherm HWS系列 | 88 |
| 2.5.3 | OSMO BEV超滤(UF)系列 | 92 |
| 2.6 | 微滤膜元件..... | 94 |
| 2.6.1 | EW系列 | 94 |
| 2.7 | 认证膜元件..... | 96 |
| 2.7.1 | AG系列 | 96 |
| 2.7.2 | AK系列 | 99 |
| 2.7.3 | HL系列 | 103 |
| 3 | 零部件 | 105 |
| 3.1 | 标准结构材料 | 105 |
| 3.2 | 特色外套 | 106 |
| 3.3 | 术语 | 107 |
| 4 | 膜基础知识 | 109 |
| 4.1 | 过滤和分离原理..... | 109 |
| 4.2 | 反渗透原理..... | 112 |
| 4.2.1 | 相关概念 | 117 |
| 4.2.2 | 反渗透膜元件 | 117 |
| 4.2.3 | 影响反渗透膜性能的因素 | 118 |
| 5 | 预处理 | 119 |
| 5.1 | 定义..... | 119 |
| 5.2 | 预处理..... | 120 |
| 5.3 | SDI测试仪..... | 126 |
| 5.4 | 防垢控制计算..... | 127 |
| 6 | 系统设计与设计软件 | 129 |
| 6.1 | 系统设计概述..... | 129 |
| 6.2 | 流程配制..... | 130 |
| 6.2.1 | 膜组件 | 130 |
| 6.2.2 | 单段系统 | 130 |
| 6.2.3 | 多段系统 | 131 |
| 6.2.4 | 流量平衡 | 132 |
| 6.2.5 | 多级系统 | 132 |
| 6.3 | 系统设计资料收集..... | 133 |
| 6.4 | 系统设计指南..... | 136 |
| 6.5 | Winflows™使用指南 | 137 |
| 6.5.1 | Winflows 3.02版简介 | 137 |
| 6.5.2 | 程序应用概述 | 138 |
| 6.5.3 | 入门教程 | 148 |

| | |
|----------------------------|-----|
| 7 实用操作指南 | 155 |
| 7.1 醋酸纤维膜与聚酰胺膜系列元件 | 155 |
| 7.2 推荐进水水质 | 157 |
| 7.3 水源性质和过滤预处理要求 | 158 |
| 7.4 污染密度指数的测定 | 129 |
| 7.5 多介质过滤器反冲洗 | 160 |
| 7.6 保安过滤器滤芯更换方案 | 161 |
| 7.7 加药顺序 | 162 |
| 7.8 RO絮凝剂最佳投加实践 | 164 |
| 7.9 RO系统进水pH值控制 | 165 |
| 7.10 RO系统阻垢剂的选择-A-指南 / 兼容性 | 166 |
| 7.11 ArgoAnalyzer设计程序 | 167 |
| 7.12 RO系统脱氯产品选择-A-指南 | 169 |
| 7.13 RO系统微生物控制实践 | 170 |
| 7.14 RO系统标准数据采集 / 解释 | 171 |
| 7.15 RO系统故障检查及排除指南 | 174 |
| 7.15.1 金属氧化物污堵 | 175 |
| 7.15.2 胶体污染 | 176 |
| 7.15.3 微生物污染 | 177 |
| 7.15.4 结垢 | 178 |
| 7.15.5 有机物污染 | 180 |
| 7.15.6 O型圈、膜封套泄漏 | 181 |
| 7.15.7 氧化 | 182 |
| 7.15.8 颗粒物、悬浮物污堵 | 183 |
| 7.15.9 其它 | 184 |
| 7.15.10 故障分析与解决方案 | 187 |
| 7.15.11 故障分析步骤 | 188 |
| 7.16 RO系统在线清洗(CIP) | 189 |
| 7.16.1 引言 | 189 |
| 7.16.2 运行数据标准化 | 190 |
| 7.16.3 温度校正系数(TCF) | 191 |
| 7.16.4 清洗剂的选择 | 194 |
| 7.16.5 清洗时间的确定 | 195 |
| 7.16.6 清洗操作 | 196 |
| 7.16.7 Argo清洗药剂选用指南 | 198 |
| 7.16.8 普通清洗药剂选用指南 | 199 |
| 7.17 RO解剖分析结果和解释 | 201 |
| 7.18 RO膜的保存方法 | 202 |
| 7.18.1 短期保存 | 202 |

| | | |
|-----------|---------------------------|------------|
| 7.18.2 | 长期保存 | 203 |
| 7.19 | 膜元件的安装..... | 204 |
| 7.19.1 | 膜元件安装说明 | 204 |
| 7.19.2 | 膜元件拆卸说明 | 205 |
| 7.20 | 间隔管的安装..... | 205 |
| 7.21 | 启动 / 停机程序..... | 206 |
| 7.21.1 | 第一次的启动 | 206 |
| 7.21.2 | 日常启动 | 208 |
| 7.21.3 | 系统停机 | 208 |
| 7.22 | 运行日志..... | 209 |
| 8 | 服务信息 | 210 |
| 8.1 | 质量保证书 | 210 |
| 8.1.1 | 材料及制造工艺保证书 | 210 |
| 8.1.2 | 三年按比例限制膜元件性能有限质量保证书 | 212 |
| 8.2 | 退货授权..... | 215 |
| 8.3 | 条款和条件..... | 217 |
| 8.4 | 现有服务..... | 218 |
| 9 | 常见问题 | 223 |
| 10 | 附件 | 225 |
| 10.1 | 水质转化表..... | 225 |
| 10.2 | 单位转化表..... | 226 |
| 10.3 | 常用公式..... | 227 |
| 10.4 | 常见术语..... | 228 |

1 公司简介

1.1 GE简介

GE概况

GE梦想启动未来--GE是一家多元化的科技、媒体和金融服务公司,致力于解决世界上最棘手的一些问题。GE的产品和服务范围广阔,从飞机发动机、发电设备、水处理和安防技术,到医疗成像、商务和消费者融资、媒体以及高新材料,客户遍及全球100多个国家,拥有30多万员工。

GE的历史可追溯到托马斯·爱迪生,他于1878年创立了爱迪生电灯公司。1892年,爱迪生通用电气公司和汤姆森-休斯顿电气公司合并,成立了通用电气公司(GE)。

GE是道琼斯工业指数1898年设立以来,唯一一家至今仍然在指数榜上的公司;

GE是美国六大三A级别的工业公司之一;

2005年,GE在《金融时报》“全球最受尊敬的公司”评选中名列第一;

2005年GE在《财富》“全球最受推崇的公司”评选中名列第一。

GE在中国

早在1906年,GE就开始发展同中国的贸易,是当时在中国最活跃、最具影响力的外国公司之一。迄今为止,GE的所有工业产品集团已在中国开展业务,拥有11,000多名员工,GE已建立了40个经营实体。

2005年GE在中国的销售收入达54亿美元。

2006年GE在中国的销售收入达50亿美元。

2007年GE在中国的销售收入达60亿美元。

1.2 GE水处理及工艺过程处理简介

GE水处理及工艺过程处理公司是GE基础设施集团的子公司,是GE最新的增长引擎之一,是世界领先的水净化和流体处理公司,是全球唯一提供全套高科技水处理设备的公司和药剂制造商,其产品从膜元件、EDI(连续电除离子)、滤芯、控制阀、高压泵、膜处理整机、家用饮用水系统、仪表到水处理药剂等。

GE水处理及工艺过程处理公司由GE Betz, GE Osmonics, GE Glegg, GE Ionics和GE Zenon合并而成,是全球最大的海水淡化、工业废水处理、中水回用、纯水处理、循环水处理、锅炉水处理以及工艺生产过程处理供应商,致力于为客户提供全方位的产品和技术服务,帮助客户提升价值和改善产品质量。

经过三十多年的持续发展,GE水处理及工艺过程处理公司已成为全球最大膜元件生产商和最具实力的工艺分离膜元件生产商。

GE水处理及工艺过程处理公司的产品及业务已经成功地应用于石油化工、化工、钢铁业、电力、半导体、微电子、医疗制药、食品饮料、汽车制造、市政供水、海水淡化等行业。

GE水处理及工艺过程处理的质量承诺

在GE水处理及工艺过程处理,我们团结一致、坚持不懈、改进质量、迎接挑战,为客户提供物超所值的服务。这一承诺体现在我们业务的各个方面。

积极致力于研究和开发,使我们一直处于世界膜技术的前沿。这些努力极大地提高了产品质量,并促进了产品更新,卷式复合膜便是具有代表性的例子。

GE水处理及工艺过程处理拥有一流的专业技术人员,最新的生产设备和严格的质量控制准则,这使GE水处理及工艺过程处理能够对生产过程进行严密监控,并确保每个膜元件的质量和一致性。GE水处理及工艺过程处理拥有大量的专利技术和专利设备,这使GE(DesalTM)膜产品具有优于其他产品的独特性能。

GE水处理及工艺过程处理始终如一地提供优质产品。为了满足客户需求,达到精益求精的技术规格,GE水处理及工艺过程处理对产品质量和产品性能的检验一向不遗余力。为此,客户对GE水处理及工艺过程处理的产品充满信心。

从产品选型、系统设计、启动操作到售后服务,我们欢迎客户在售前、销售期间或者售后使用我们强大而独特的资源。我们邀请您实地考察我们的能力,并且相信您会满意而归。

2 产品和性能

2.1 膜元件型号和性能

A系列 - 反渗透(RO)膜

| 型号 | 应用 | 脱盐率% | 工作压力 |
|----------|-------------|--------|--------|
| AD | 高脱盐率海水淡化 | 99.75% | 800psi |
| AE | 高脱盐率海水淡化 | 99.75% | 800psi |
| AG | 高脱盐率苦咸水淡化 | 99.5% | 225psi |
| AG LF | 低污染苦咸水淡化 | 99.5% | 200psi |
| AG 2PASS | 两级高脱盐率苦咸水淡化 | 99.5% | 225psi |
| AK | 低能耗苦咸水淡化 | 99.0% | 115psi |

C系列-醋酸纤维素耐氯反渗透(RO)膜

| 型号 | 应用 | 脱盐率% | 工作压力 |
|----|-----------|-------|--------|
| CD | 高脱盐率苦咸水淡化 | 98.5% | 425psi |
| CE | 高流量苦咸水淡化 | 97.5% | 425psi |
| CG | 高通量苦咸水淡化 | 93.0% | 210psi |

特色复合反渗透(RO)膜

| 型号 | 应用 | 脱盐率% | 工作压力 |
|-----------------|--------------|-------|--------|
| Duraslick RO | 抗污染 | 98.6% | 200psi |
| Duraslick RO HS | 抗污染、高固含量水处理 | 98.6% | 200psi |
| Duratherm HWS | 热水消毒 | 99.0% | 200psi |
| Duratherm RO HF | 抗污染、高通量 | 98.6% | 200psi |
| MUNI RO LE | 饮用水生产 | 99.0% | 115psi |
| MUNI RO | 高固含量水的处理 | 99.0% | 225psi |
| OSMO BEV RO | 抗污染、高固含量水的处理 | 99.0% | 225psi |
| OSMO PHARMA | 制药 | 99.0% | 225psi |
| PRO RO HR | 高脱盐率苦咸水淡化 | 99.7% | 225psi |
| PRO RO HR LE | 高脱盐率苦咸水淡化 | 99.5% | 115psi |
| PRO RO HR LF | 抗污染高脱盐率苦咸水淡化 | 99.7% | 225psi |

复合纳滤(NF)膜

| 型号 | 应用 | 脱盐率% | 工作压力 |
|------------------|----------------|-------|--------|
| CK | 醋酸纤维素软化处理、脱色 | 97% | 200psi |
| Duraslick NF | 抗污染 | 98.6% | 100psi |
| Duraslick NF HS | 抗污染、高固体含量水处理 | 98.6% | 100psi |
| Duratherm HWS NF | 热水消毒 | 98.6% | 100psi |
| HL | 饮用水软化、脱色 | 98.0% | 100psi |
| MUNI NF | 饮用水软化、脱色、去除有机物 | 98.0% | 100psi |
| OSMO BEV NF | 饮用水软化、脱盐 | 97.0% | 225psi |
| Seasoft HF | 高通量海水预处理 | 96.0% | 100psi |
| Seasoft HR | 高脱盐率海水预处理 | 98.0% | 100psi |

超滤(UF)膜

| 型号 | 应用 | 脱盐率% | 工作压力 |
|------------------|--------------|---------|--------|
| PW | 饮用水处理、工艺水预处理 | 10,000D | 100psi |
| Duraslick HWS UF | 热水消毒 | 6,000D | 80psi |
| OSMO BEV UF | 饮用水脱色、去除有机物 | 6,000D | 50psi |

微滤(MF)膜

| 型号 | 应用 | 脱盐率% | 工作压力 |
|----|----------|--------|--------|
| EW | RO、NF预处理 | 0.04μm | 100psi |

认证膜元件

| 型号 | 应用 | 脱盐率% | 工作压力 |
|---------|-----------|-------|--------|
| AG AGRT | 高脱盐率苦咸水淡化 | 99.5% | 225psi |
| AK AGRT | 低能耗苦咸水淡化 | 99.0% | 115psi |
| HL AGRT | 饮用水软化、脱色 | 98.0% | 100psi |

2.2 产品一览表

2.2.1 反渗透膜

A系列 / AD膜元件

海水淡化 高脱盐率

| 型号 | 长度(in) | 直径(in) | 外壳 | 端头连接 | 查询页码 |
|-----------|--------|--------|-----|------|------|
| AD-90 | 40 | 3.9 | 玻璃钢 | 凸头 | |
| AD-365 | 40 | 7.9 | 玻璃钢 | 平头 | |
| AD-400 | 40 | 7.9 | 玻璃钢 | 平头 | |
| AD-400,34 | 40 | 7.9 | 玻璃钢 | 平头 | |
| AD-440 | 40 | 7.9 | 玻璃钢 | 平头 | |
| AD-1600 | 40 | 16.0 | 玻璃钢 | 平头 | |

A系列 / AE膜元件

海水淡化 高脱盐率 节能

| 型号 | 长度(in) | 直径(in) | 外壳 | 端头连接 | 查询页码 |
|-----------|--------|--------|-----|------|------|
| AE-90 | 40 | 3.9 | 玻璃钢 | 凸头 | |
| AE-365 | 40 | 7.9 | 玻璃钢 | 平头 | |
| AE-400 | 40 | 7.9 | 玻璃钢 | 平头 | |
| AE-400,34 | 40 | 7.9 | 玻璃钢 | 平头 | |
| AE-440 | 40 | 7.9 | 玻璃钢 | 平头 | |
| AE-1600 | 40 | 16.0 | 玻璃钢 | 平头 | |

A系列 / AG膜元件

苦咸水淡化 低压

| 型号 | 长度(in) | 直径(in) | 外壳 | 端头连接 | 查询页码 |
|-------------------|--------|--------|-----------|------|------|
| AG2540FM | 40 | 2.4 | 玻璃钢 | 凸头 | 20 |
| AG2540TM | 40 | 2.4 | 胶带 | 凸头 | 20 |
| AG4025T | 25 | 3.9 | 胶带 | 平头 | 20 |
| AG4026F | 26 | 3.9 | 玻璃钢 | 平头 | 20 |
| AG4040C | 40 | 3.9 | 卫生级(Cage) | 平头 | 20 |
| AG4040CM | 40 | 3.9 | 卫生级(Cage) | 凸头 | 20 |
| AG4040FM | 40 | 3.9 | 玻璃钢 | 凸头 | 20 |
| AG4040FM WET | 40 | 3.9 | 玻璃钢 | 凸头 | 20 |
| AG4040FM 2PASS | 40 | 3.9 | 玻璃钢 | 凸头 | 26 |
| AG4040NM | 40 | 3.9 | 网状 | 凸头 | 20 |
| AG4040TM | 40 | 3.9 | 胶带 | 凸头 | 20 |
| AG8040C | 40 | 7.9 | 卫生级(Cage) | 平头 | 20 |
| AG8040F | 40 | 7.9 | 玻璃钢 | 平头 | 20 |
| AG8040F WET | 40 | 7.9 | 玻璃钢 | 平头 | 20 |
| AG8040F 2PASS | 40 | 7.9 | 玻璃钢 | 平头 | 26 |
| AG8040F-400 | 40 | 7.9 | 玻璃钢 | 平头 | 20 |
| AG8040F-400WET | 40 | 7.9 | 玻璃钢 | 平头 | 20 |
| AG8040F-400 2PASS | 40 | 7.9 | 玻璃钢 | 平头 | 26 |
| AG8040N | 40 | 7.9 | 网状 | 平头 | 20 |
| AG8040N-400 | 40 | 7.9 | 网状 | 平头 | 20 |

AG LF 膜元件

苦咸水淡化 低污染

| 型号 | 长度(in) | 直径(in) | 外壳 | 端头连接 | 查询页码 |
|-----------------|--------|--------|-----|------|------|
| AG4040F LF, WET | 40 | 3.88 | 玻璃钢 | 平头 | |
| AG8040F LF, WET | 40 | 7.9 | 玻璃钢 | 凸头 | |

A系列 / AK膜元件

苦咸水淡化 超低压

| 型号 | 长度(in) | 直径(in) | 外壳 | 端头连接 | 查询页码 |
|-----------------|--------|--------|-----------|------|------|
| AK2540FM | 40 | 2.4 | 玻璃钢 | 凸头 | 28 |
| AK2540TM | 40 | 2.4 | 胶带 | 凸头 | 28 |
| AK4040C | 40 | 3.9 | 卫生级(Cage) | 平头 | 28 |
| AK4040CM | 40 | 3.9 | 卫生级(Cage) | 凸头 | 28 |
| AK4040FM | 40 | 3.9 | 玻璃钢 | 凸头 | 28 |
| AK4040NM | 40 | 3.9 | 网状 | 凸头 | 28 |
| AK4040TM | 40 | 3.9 | 胶带 | 凸头 | 28 |
| AK8040C | 40 | 7.9 | 卫生级(Cage) | 平头 | 28 |
| AK8040F | 40 | 7.9 | 玻璃钢 | 平头 | 28 |
| AK8040F-400 | 40 | 7.9 | 玻璃钢 | 平头 | 28 |
| AK8040F-400 WET | 40 | 7.9 | 玻璃钢 | 平头 | 28 |
| AK8040N | 40 | 7.9 | 网状 | 平头 | 28 |
| AK8040N-400 | 40 | 7.9 | 网状 | 平头 | 28 |

C系列 / CD膜元件

高脱盐率

| 型号 | 长度(in) | 直径(in) | 外壳 | 端头连接 | 查询页码 |
|---------|--------|--------|-----|------|------|
| CD4025T | 25 | 3.9 | 胶带 | 平头 | 30 |
| CD4040F | 40 | 3.9 | 玻璃钢 | 平头 | 30 |
| CD8040F | 40 | 7.9 | 玻璃钢 | 平头 | 30 |

C系列 / CE膜元件

苦咸水淡化

| 型号 | 长度(in) | 直径(in) | 外壳 | 端头连接 | 查询页码 |
|----------|--------|--------|-----------|------|------|
| CE2540FM | 40 | 2.4 | 玻璃钢 | 凸头 | 31 |
| CE4025T | 25 | 3.9 | 胶带 | 平头 | 31 |
| CE4026F | 26 | 3.9 | 玻璃钢 | 平头 | 31 |
| CE4040C | 40 | 3.9 | 卫生级(Cage) | 平头 | 31 |
| CE4040F | 40 | 3.9 | 玻璃钢 | 平头 | 31 |
| CE4040FM | 40 | 3.9 | 玻璃钢 | 凸头 | 31 |
| CE4040NM | 40 | 3.9 | 网状 | 凸头 | 31 |
| CE8040F | 40 | 3.9 | 玻璃钢 | 平头 | 31 |
| CE8040N | 40 | 3.9 | 网状 | 平头 | 31 |

C系列 / CG膜元件

高脱盐率

| 型号 | 长度(in) | 直径(in) | 外壳 | 端头连接 | 查询页码 |
|----------|--------|--------|-----|------|------|
| CG2540FM | 40 | 2.4 | 玻璃钢 | 凸头 | 33 |
| CG4040F | 40 | 3.9 | 玻璃钢 | 平头 | 33 |
| CG8040F | 40 | 7.9 | 玻璃钢 | 平头 | 33 |

DURASLICK™ RO膜元件

抗污染

| 型号 | 长度(in) | 直径(in) | 外壳 | 端头连接 | 查询页码 |
|----------------------|--------|--------|-----|------|------|
| DURASLICK RO 2540 | 40 | 2.4 | 玻璃钢 | 凸头 | 35 |
| DURASLICK RO 4040 | 40 | 3.9 | 玻璃钢 | 凸头 | 35 |
| DURASLICK RO 4040 HS | 40 | 3.9 | 玻璃钢 | 凸头 | 35 |
| DURASLICK RO 8040 | 40 | 7.9 | 玻璃钢 | 平头 | 35 |
| DURASLICK RO 8040 HS | 40 | 7.9 | 玻璃钢 | 平头 | 35 |

DURATHERM HWS RO膜元件

耐高温

| 型号 | 长度(in) | 直径(in) | 外壳 | 端头连接 | 查询页码 |
|--------------------------|--------|--------|-----------|------|------|
| DURATHERM HWS RO 2540 | 40 | 2.4 | 卫生级(Cage) | 凸头 | 37 |
| DURATHERM HWS RO 2540 HR | 40 | 2.4 | 卫生级(Cage) | 凸头 | 37 |
| DURATHERM HWS RO 4040 | 40 | 3.9 | 卫生级(Cage) | 凸头 | 37 |
| DURATHERM HWS RO 4040 HR | 40 | 3.9 | 卫生级(Cage) | 凸头 | 37 |
| DURATHERM HWS RO 8040 | 40 | 7.9 | 卫生级(Cage) | 平头 | 37 |
| DURATHERM HWS RO 8040 HR | 40 | 7.9 | 卫生级(Cage) | 平头 | 37 |

DURATHERM RO HF膜元件

耐高温高通量

| 型号 | 长度(in) | 直径(in) | 外壳 | 端头连接 | 查询页码 |
|----------------------|--------|--------|-----------|------|------|
| Duratherm RO 2540 HF | 40 | 2.4 | 卫生级(Cage) | 凸头 | 40 |
| Duratherm RO 4040 HF | 40 | 3.9 | 卫生级(Cage) | 平头 | 40 |
| Duratherm RO 8040 HF | 40 | 7.9 | 卫生级(Cage) | 平头 | 40 |

MUNI RO膜元件

市政饮用水

| 型号 | 长度(in) | 直径(in) | 外壳 | 端头连接 | 查询页码 |
|-------------------|--------|--------|-----------|------|------|
| MUNI-RO-365-FF | 40 | 7.9 | Ful-Fit*, | 平头 | 43 |
| MUNI-RO-365-WT-FF | 40 | 7.9 | Ful-Fit*, | 平头 | 43 |
| MUNI-RO-400 | 40 | 7.9 | 玻璃钢 | 平头 | 43 |
| MUNI-RO-400-WT | 40 | 7.9 | 玻璃钢 | 平头 | 43 |

MUNI RO LE膜元件

超低压 市政饮用水

| 型号 | 长度(in) | 直径(in) | 外壳 | 端头连接 | 查询页码 |
|----------------------|--------|--------|-----------|------|------|
| MUNI-RO-350-LE-WT | 40 | 7.9 | 玻璃钢 | 平头 | 45 |
| MUNI-RO-365-LE-WT-FF | 40 | 7.9 | Ful-Fit*, | 平头 | 45 |
| MUNI-RO-400-LE-WT | 40 | 7.9 | 玻璃钢 | 平头 | 45 |

OSMO BEV RO膜元件

饮用水脱盐

| 型号 | 长度(in) | 直径(in) | 外壳 | 端头连接 | 查询页码 |
|----------------------|--------|--------|-----------|------|------|
| OSMO-BEV-RO-FF | 40 | 7.9 | Ful-Fit*, | 平头 | 47 |
| OSMO-BEV-RO-WT-FF | 40 | 7.9 | Ful-Fit*, | 平头 | 47 |
| OSMO-BEV-RO-LE-WT-FF | 40 | 7.9 | Ful-Fit*, | 平头 | 47 |

OSMO PHARMA 膜元件

药物分级

| 型号 | 长度(in) | 直径(in) | 外壳 | 端头连接 | 查询页码 |
|------------------------|--------|--------|-----------|------|------|
| OSMO-PHARMA-RO-4040-FF | 40 | 4.0 | Ful-Fit*, | 平头 | 49 |
| OSMO-PHARMA-RO-365-FF | 40 | 7.9 | Ful-Fit*, | 平头 | 49 |

PRO RO HR膜元件

高脱盐率

| 型号 | 长度(in) | 直径(in) | 外壳 | 端头连接 | 查询页码 |
|------------------|--------|--------|-----|------|------|
| PRO-RO-365-HR-WT | 40 | 7.9 | 玻璃钢 | 平头 | 50 |
| PRO-RO-400-HR-WT | 40 | 7.9 | 玻璃钢 | 平头 | 50 |
| PRO-RO-430-HR-WT | 40 | 7.9 | 玻璃钢 | 平头 | 50 |

PRO RO HR LE膜元件

高脱盐率低能耗

| 型号 | 长度(in) | 直径(in) | 外壳 | 端头连接 | 查询页码 |
|---------------------|--------|--------|-----|------|------|
| PRO-RO-400-HR-LE-WT | 40 | 7.9 | 玻璃钢 | 平头 | 51 |
| PRO-RO-430-HR-LE-WT | 40 | 7.9 | 玻璃钢 | 平头 | 51 |

PRO RO HR LF膜元件

高脱盐率抗污染

| 型号 | 长度(in) | 直径(in) | 外壳 | 端头连接 | 查询页码 |
|---------------------|--------|--------|-----|------|------|
| PRO-RO-370-HR-LF-WT | 40 | 7.9 | 玻璃钢 | 平头 | 52 |
| PRO-RO-400-HR-LF-WT | 40 | 7.9 | 玻璃钢 | 平头 | 52 |

2.2.2 纳滤膜

C系列 / CK膜元件

高通量

| 型号 | 长度(in) | 直径(in) | 外壳 | 端头连接 | 查询页码 |
|--------------|--------|--------|-----|------|------|
| CK2540FM 30D | 40 | 2.4 | 玻璃钢 | 凸头 | 53 |
| CK4040FM 30D | 40 | 3.9 | 玻璃钢 | 凸头 | 53 |
| CK8040FM 365 | 40 | 7.9 | 玻璃钢 | 平头 | 53 |
| CK8040N | 40 | 7.9 | 网状 | 平头 | 53 |

DURASLICK™ NF膜元件

抗污染

| 型号 | 长度(in) | 直径(in) | 外壳 | 端头连接 | 查询页码 |
|----------------------|--------|--------|-----|------|------|
| DURASLICK NF 2540 | 40 | 2.4 | 玻璃钢 | 凸头 | 55 |
| DURASLICK NF 4040 | 40 | 3.9 | 玻璃钢 | 凸头 | 55 |
| DURASLICK NF 4040 HS | 40 | 3.9 | 玻璃钢 | 凸头 | 55 |
| DURASLICK NF 8040 | 40 | 7.9 | 玻璃钢 | 平头 | 55 |
| DURASLICK NF 8040 HS | 40 | 7.9 | 玻璃钢 | 平头 | 55 |

Duratherm HWS NF膜元件

抗污染

| 型号 | 长度(in) | 直径(in) | 外壳 | 端头连接 | 查询页码 |
|-------------------------|--------|--------|-----------|------|------|
| DURATHERM HWS NF 2540HF | 40 | 2.4 | 卫生级(Cage) | 凸头 | 57 |
| DURATHERM HWS NF 4040HF | 40 | 3.9 | 卫生级(Cage) | 凸头 | 57 |
| DURATHERM HWS NF 8040HF | 40 | 7.9 | 卫生级(Cage) | 平头 | 57 |

H系列 / HL膜元件

软化水脱色

| 型号 | 长度(in) | 直径(in) | 外壳 | 端头连接 | 查询页码 |
|-------------|--------|--------|-----|------|------|
| HL2540FM | 40 | 2.4 | 玻璃钢 | 凸头 | 60 |
| HL2540TM | 25 | 2.4 | 胶带 | 凸头 | 60 |
| HL4040FM | 26 | 3.9 | 玻璃钢 | 凸头 | 60 |
| HL4040TM | 40 | 3.9 | 胶带 | 凸头 | 60 |
| HL8040F 365 | 40 | 7.9 | 玻璃钢 | 平头 | 60 |
| HL8040F | 40 | 7.9 | 玻璃钢 | 平头 | 60 |
| HL8040N | 40 | 7.9 | 网状 | 平头 | 60 |

MUNI NF膜元件

市政饮用水

| 型号 | 长度(in) | 直径(in) | 外壳 | 端头连接 | 查询页码 |
|----------------|--------|--------|-----------|------|------|
| MUNI-NF-365 | 40 | 8.0 | 玻璃钢 | 平头 | 62 |
| MUNI-NF-365-FF | 40 | 8.0 | Ful-Fit*, | 平头 | 62 |
| MUNI-NF-400 | 40 | 8.0 | 玻璃钢 | 平头 | 62 |

OSMO BEV NF膜元件

饮料和瓶装水生产

| 型号 | 长度(in) | 直径(in) | 外壳 | 端头连接 | 查询页码 |
|----------------|--------|--------|-----------|------|------|
| OSMO-BEV-NF-FF | 40 | 7.9 | Ful-Fit*, | 平头 | 64 |

SEASOFT™ 膜元件

海水淡化

| 型号 | 长度(in) | 直径(in) | 外壳 | 端头连接 | 查询页码 |
|-----------------|--------|--------|-----|------|------|
| SEASOFT 8040 HF | 40 | 7.9 | 玻璃钢 | 平头 | 66 |
| SEASOFT 8040 HR | 40 | 7.9 | 玻璃钢 | 平头 | 66 |

2.2.3 超滤膜

P系列 / PW膜元件

RO / NF的预 / 后处理 饮用水生产

| 型号 | 长度(in) | 直径(in) | 外壳 | 端头连接 | 查询页码 |
|---------|--------|--------|-----|------|------|
| PW4025T | 40 | 3.9 | 胶带 | 平头 | 68 |
| PW4040F | 40 | 3.9 | 玻璃钢 | 平头 | 68 |
| PW4040T | 40 | 3.9 | 胶带 | 平头 | 68 |
| PW8040F | 40 | 3.9 | 玻璃钢 | 平头 | 68 |

Duratherm HWS UF膜元件

抗污染

| 型号 | 长度(in) | 直径(in) | 外壳 | 端头连接 | 查询页码 |
|-------------------------|--------|--------|-----------|------|------|
| DURATHERMHWS UF 2540 HF | 40 | 2.4 | 卫生级(Cage) | 凸头 | 69 |
| DURATHERMHWS UF 4040 HF | 40 | 3.9 | 卫生级(Cage) | 凸头 | 69 |
| DURATHERMHWS UF 8040 HF | 40 | 7.9 | 卫生级(Cage) | 平头 | 69 |

OSMO BEV NF膜元件

饮料水和瓶装水生产

| 型号 | 长度(in) | 直径(in) | 外壳 | 端头连接 | 查询页码 |
|----------------|--------|--------|----------|------|------|
| OSMO-REV-UF-FF | 40 | 7.9 | Ful-Fit* | 平头 | 71 |

2.2.4 微滤膜

E系列 / EW膜元件

RO / NF的预 / 后处理

| 型号 | 长度(in) | 直径(in) | 外壳 | 端头连接 | 查询页码 |
|---------|--------|--------|-----|------|------|
| EW4025T | 25 | 3.9 | 胶带 | 平头 | |
| EW4026F | 26 | 3.9 | 玻璃钢 | 平头 | |
| EW4040F | 40 | 3.9 | 玻璃钢 | 平头 | |
| EW4040T | 40 | 3.9 | 胶带 | 平头 | |
| EW8040F | 40 | 7.9 | 玻璃钢 | 平头 | |

2.2.5 认证膜

AG系列-反渗透(RO)高脱盐率膜元件

高脱盐率

| 型号 | 长度(in) | 直径(in) | 外壳 | 端头连接 | 查询页码 |
|------------------|--------|--------|-----|------|------|
| AG4040FM CERT | 40 | 3.9 | 玻璃钢 | 凸头 | |
| AG8040F CERT | 40 | 7.9 | 玻璃钢 | 平头 | |
| AG8040F 400 CERT | 40 | 7.9 | 玻璃钢 | 平头 | |

AG系列-反渗透(RO)低能耗膜元件

低能耗

| 型号 | 长度(in) | 直径(in) | 外壳 | 端头连接 | 查询页码 |
|------------------|--------|--------|-----|------|------|
| AK4040FM CERT | 40 | 3.9 | 玻璃钢 | 凸头 | |
| AK8040F 400 CERT | 40 | 7.9 | 玻璃钢 | 平头 | |

HL系列 纳滤(NF)膜元件

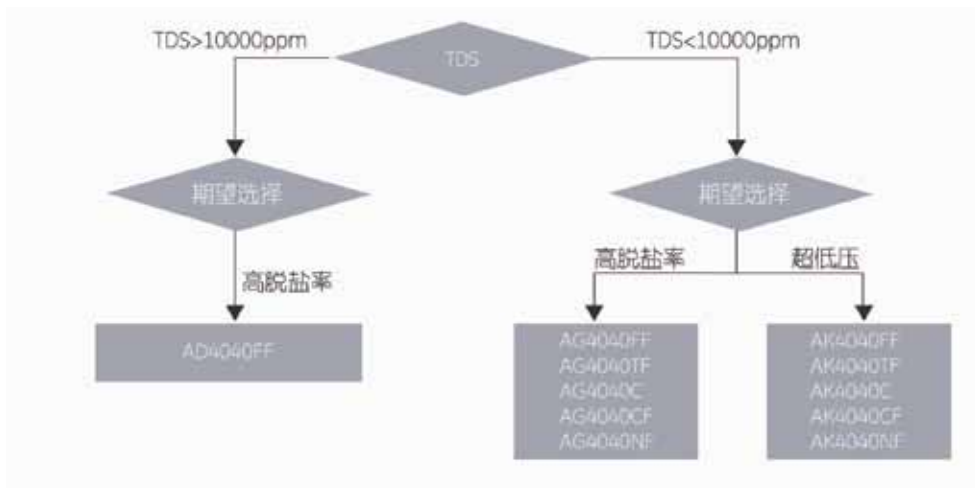
水的软化

| 型号 | 长度(in) | 直径(in) | 外壳 | 端头连接 | 查询页码 |
|---------------|--------|--------|-----|------|------|
| HL4040FM CERT | 40 | 3.9 | 玻璃钢 | 凸头 | |

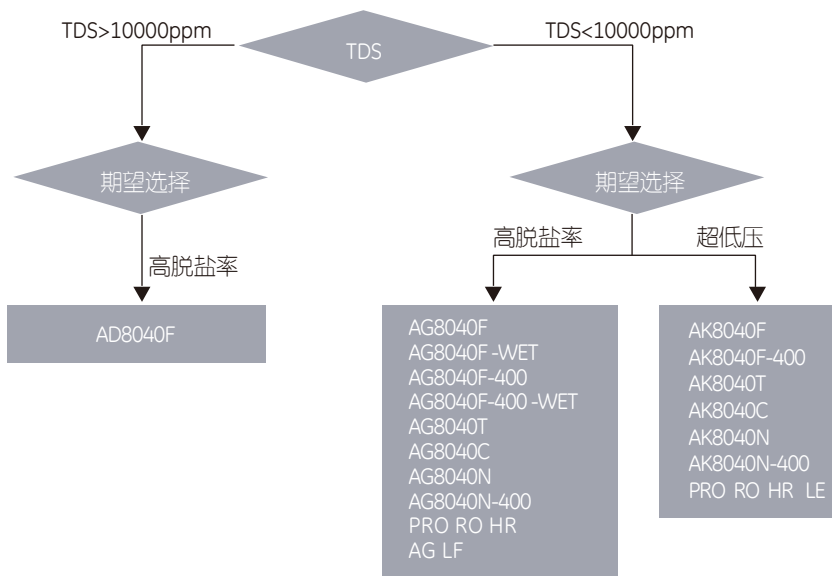
2.3 反渗透膜元件

2.3.1 常用反渗透膜选用指南

A系列4040反渗透膜元件选用指南



A系列8040反渗透膜元件选用指南



A系列4040反渗透膜元件选用指南



2.3.2 AD系列

高脱盐海水反渗透膜元件

AD HR系列专利反渗透复合膜元件具有高氯化钠脱除率的特性，适宜于对产水TDS要求高的海水淡化应用。AD HR系列采用了新的成膜工艺，在海水淡化操作条件（操作压力不小于800psi（5,516kPa）且温度较高）下获得高脱盐率。

表 1: 膜元件规格

| 膜类型 | | 复合膜 (TFM*) | | |
|----------------------|--|--------------------------|--------------------------|--------------------|
| 型号 | 平均产水量gpd (m ³ /day) ^{1,2} | 平均脱盐率NaCl ^{1,2} | 最低脱盐率NaCl ^{1,2} | 最低脱硼率 ² |
| | (m ³ /day) ^{1,2} | | | |
| AD-90 | 1500 (5.7) | 99.75% | 99.3% | 93.0% |
| AD-365 | 6000 (22.7) | 99.75% | 99.3% | 93.0% |
| AD-400 | 6500 (24.6) | 99.75% | 99.3% | 93.0% |
| AD-400, 34 | 6500 (24.6) | 99.75% | 99.3% | 93.0% |
| AD-440 | 7100 (26.9) | 99.75% | 99.3% | 93.0% |
| AD-1600 ³ | 26000 (98.4) | 99.75% | 99.3% | 93.0% |

¹ 运行24小时后测试，单支膜元件产水量的范围为+25%/-15%；

² 测试条件: 32,000mg/l NaCl、5mg/l硼溶液，压力800psi(5,516kPa)、温度25°C（77°F）、pH8、回收率7%。

| 型号 | 有效膜面积 | 外套材料 | 部件号 |
|------------|-----------------------------------|------|---------|
| | ft ² (m ²) | | number |
| AD-90 | 90 (8.4) | 玻璃钢 | 3056651 |
| AD-365 | 365 (33.9) | 玻璃钢 | 3056652 |
| AD-400 | 400 (37.2) | 玻璃钢 | 3056653 |
| AD-400, 34 | 400 (37.2) | 玻璃钢 | 3056654 |
| AD-440 | 440 (40.9) | 玻璃钢 | 3056655 |
| AD-1600 | 1600 (148.6) | 玻璃钢 | 3056656 |

表 2: 操作及化学清洗参数

| | |
|--------|--|
| 典型操作压力 | 800psi (5,516kPa) |
| 典型操作通量 | 7-11GFD (12-19LMH) |
| 最大操作压力 | 1,200psi (8,274kPa) |
| 最高温度 | 连续运行: 122°F (50°C) 化学清洗(CIP): 122°F (50°C) |
| pH 范围 | 最佳脱盐率: 7.0-7.5, 连续操作4.0-11.0, 化学清洗 (CIP): 2.0-11.5 |
| 最大压差 | 单支膜元件: 12 psi (83 kPa) 单支膜壳: 50 psi (345 kPa) |
| 耐氯 | 1,000+ ppm-hours, 推荐脱氯 |
| 进水条件 | NTU < 1 SDI < 5 |

图 1a: 膜元件外形示意图 平头

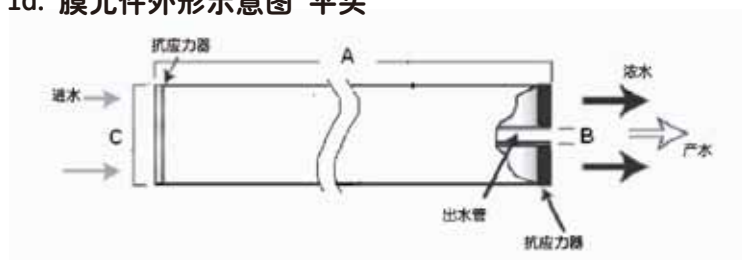


图 1a: 膜元件外形示意图 凸头

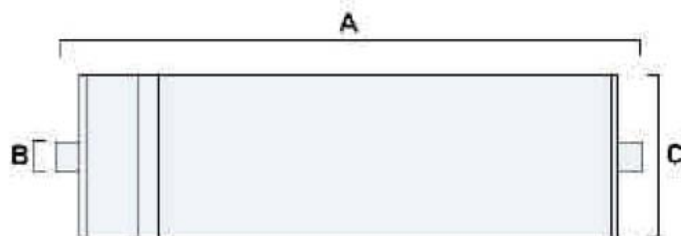


表 3: 尺寸和重量

| | | 尺寸,英寸(cm) | | | 连盒重量 |
|-----------------|----|--------------|----------------|-------------|----------|
| 型号 ¹ | 类型 | | | | |
| | | A | B ² | C | |
| | | | | | lbs (kg) |
| AD-90 | 凸头 | 40.0 (101.6) | 0.75 (1.90) | 3.9 (9.9) | 9 (4) |
| AD-365 | 平头 | 40.0 (101.6) | 1.125 (2.86) | 7.9 (20.1) | 35 (16) |
| AD-400 | 平头 | 40.0 (101.6) | 1.125 (2.86) | 7.9 (20.1) | 35 (16) |
| AD-400, 34 | 平头 | 40.0 (101.6) | 1.125 (2.86) | 7.9 (20.1) | 35 (16) |
| AD-440 | 平头 | 40.0 (101.6) | 1.125 (2.86) | 7.9 (20.1) | 35 (16) |
| AD-1600 | 平头 | 40.0 (101.6) | 3.000 (7.620) | 16.0 (40.6) | 120 (54) |



2.3.3 AE 系列

高脱盐海水反渗透膜元件

AE HR系列专利反渗透复合膜元件具有高氯化钠脱除率的特性，适宜于对产水TDS要求高的海水淡化应用。AE HR系列采用了新的成膜工艺，在海水淡化操作条件(操作压力不小于800psi(5,516kPa)且温度较高)下获得高脱盐率。

表 1: 膜元件规格

| 膜类型 | 复合膜 (TFM*) | | | |
|----------------------|--|--------------------------|--------------------------|--------------------|
| 型号 | 平均产水量gpd (m ³ /day) ^{1,2} | 平均脱盐率NaCl ^{1,2} | 最低脱盐率NaCl ^{1,2} | 最低脱硼率 ² |
| | (m ³ /day) ^{1,2} | | | |
| AD-90 | 2000 (7.6) | 99.75% | 99.3% | 90.0% |
| AD-365 | 9000 (34.1) | 99.75% | 99.3% | 90.0% |
| AD-400 | 9000 (34.1) | 99.75% | 99.3% | 90.0% |
| AD-400, 34 | 9900 (37.5) | 99.75% | 99.3% | 90.0% |
| AD-440 | 3600(136.3) | 99.75% | 99.3% | 90.0% |
| AD-1600 ³ | 2000 (7.6) | 99.75% | 99.3% | 90.0% |

¹ 运行24小时后测试，单支膜元件产水量的范围为+25%/-15%；

² 测试条件: 32,000mg/l NaCl、5mg/l硼溶液，压力800psi (5,516kPa)、温度25℃ (77°F)、pH8、回收率7%。

| 型号 | 有效膜面积 | 外套材料 | 部件号 |
|------------|-----------------------------------|------|---------|
| | ft ² (m ²) | | number |
| AE-90 | 90 (8.4) | 玻璃钢 | 3056651 |
| AE-365 | 365 (33.9) | 玻璃钢 | 3056652 |
| AE-400 | 400 (37.2) | 玻璃钢 | 3056653 |
| AE-400, 34 | 400 (37.2) | 玻璃钢 | 3056654 |
| AE-440 | 440 (40.9) | 玻璃钢 | 3056655 |
| AE-1600 | 1600 (148.6) | 玻璃钢 | 3056656 |



表 2: 操作及化学清洗参数

| | |
|--------|--|
| 典型操作压力 | 800psi (5,516kPa) |
| 典型操作通量 | 7-11GFD (12-19LMH) |
| 最大操作压力 | 1,200psi (8,274kPa) |
| 最高温度 | 连续运行: 122°F (50°C) 化学清洗(CIP): 122°F (50°C) |
| pH 范围 | 最佳脱盐率: 7.0-7.5, 连续操作4.0-11.0, 化学清洗 (CIP): 2.0-11.5 |
| 最大压差 | 单支膜元件: 12 psi (83 kPa) 单支膜壳: 50 psi (345 kPa) |
| 耐氯 | 1,000+ ppm-hours, 推荐脱氯 |
| 进水条件 | NTU < 1 SDI < 5 |

图 1a: 膜元件外形示意图 平头

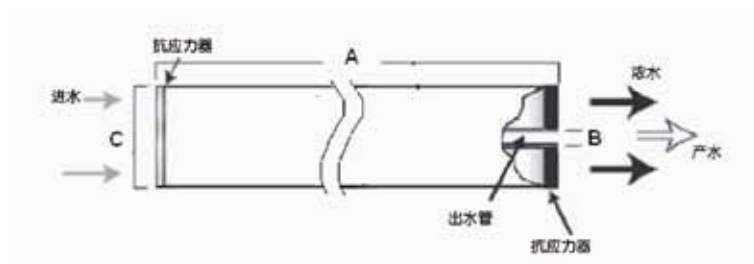


图 1a: 膜元件外形示意图 凸头





表 3: 尺寸和重量

| 型号 ¹ | 类型 | 尺寸,英寸(cm) | | | 连盒重量 |
|-----------------|----|--------------|----------------|-------------|----------|
| | | A | B ² | C | |
| | | | | | lbs (kg) |
| AE-90 | 凸头 | 40.0 (101.6) | 0.75 (1.90) | 3.9 (9.9) | 9 (4) |
| AE-365 | 平头 | 40.0 (101.6) | 1.125 (2.86) | 7.9 (20.1) | 35 (16) |
| AE-400 | 平头 | 40.0 (101.6) | 1.125 (2.86) | 7.9 (20.1) | 35 (16) |
| AE-400, 34 | 平头 | 40.0 (101.6) | 1.125 (2.86) | 7.9 (20.1) | 35 (16) |
| AE-440 | 平头 | 40.0 (101.6) | 1.125 (2.86) | 7.9 (20.1) | 35 (16) |
| AE-1600 | 平头 | 40.0 (101.6) | 3.000 (7.620) | 16.0 (40.6) | 120 (54) |



2.3.4 AG系列

标准苦咸水淡化反渗透(RO)膜元件

A系列专利复合膜元件具有高通量和高脱盐率的特点。AG苦咸水膜元件适用于高脱盐率和低操作压力200 psig(1,379 kPa)的情况。这类膜元件有一定的节能效果,是工业应用中的标准膜元件。

膜元件规范

| 膜的种类 | A系列, 三层复合膜(TFM™) | | |
|-----------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 型号 | 平均产水GPD(m ³ /d) | 平均脱盐率NaCl ^{1,2} | 最小脱盐率NaCl ^{1,2} |
| AG2540FM | 710(2.7) | 99.5% | 99.0% |
| AG2540TM | 710(2.7) | 99.0% | 99.0% |
| AG4025T | 1,560(5.9) | 99.5% | 99.0% |
| AG4026F | 1,560(5.9) | 99.5% | 99.0% |
| AG4040C | 2,350(8.9) | 99.5% | 99.0% |
| AG4040CM | 2,350(8.9) | 99.5% | 99.0% |
| AG4040FM | 2,200(8.3) | 99.5% | 99.0% |
| AG4040FM WET | 2,200(8.3) | 99.5% | 99.0% |
| AG4040NM | 2,200(8.3) | 99.2% | 98.5% |
| AG4040TM | 2,200(8.3) | 99.5% | 99.0% |
| AG8040C | 9,850(37.3) | 99.5% | 99.0% |
| AG8040F | 9,200(34.8) | 99.5% | 99.0% |
| AG8040F WET | 9,200(34.8) | 99.5% | 99.0% |
| AG8040F 400 | 10,500(39.8) | 99.5% | 99.0% |
| AG8040F 400 WET | 10,500(39.8) | 99.5% | 99.0% |
| AG8040N | 9,200(34.8) | 99.2% | 98.5% |
| AG8040N 400 | 10,500(39.8) | 99.2% | 98.5% |

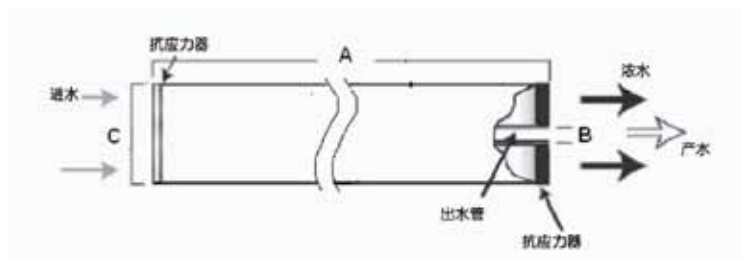
¹ 运行24小时后测试,单只膜元件的平均脱盐率可能在-15%+25%的范围内变化。

² 测试条件: NaCl溶液浓度2,000ppm、操作压力225psig(1,551kPa)、温度77°F(25°C)、pH7.5、回收率15%。

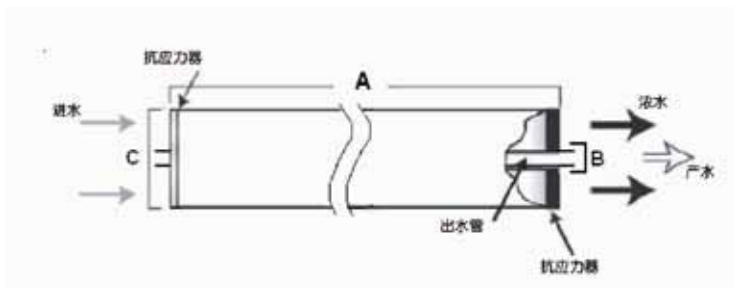


| 型号 ¹ | 有效膜面积ft ² (m ²) | 外壳 | 零件号 |
|-----------------|--|-----------|---------|
| AG2540FM | 29(2.6) | 玻璃钢 | 1206727 |
| AG2540TM | 29(2.6) | 胶带 | 1206729 |
| AG4025T | 60(5.6) | 胶带 | 1206754 |
| AG4026F | 60(5.6) | 玻璃钢 | 1206756 |
| AG4040C | 90(8.4) | 卫生级(Cage) | 1206757 |
| AG4040CM | 90(8.4) | 卫生级(Cage) | 1206759 |
| AG4040FM | 85(7.9) | 玻璃钢 | 1206761 |
| AG4040FM WET | 85(7.9) | 玻璃钢 | 3013808 |
| AG4040NM | 85(7.9) | 网状 | 1231785 |
| AG4040TM | 85(7.9) | 胶带 | 1206774 |
| AG8040c | 380(35.3) | 卫生级(Cage) | 1222546 |
| AG8040F | 365(32.5) | 玻璃钢 | 120S779 |
| AG8040F WET | 365(32.5) | 玻璃钢 | 1239765 |
| AG8040F 400 | 400(37.2) | 玻璃钢 | 1206784 |
| AG8040F 400 WET | 400(37.2) | 玻璃钢 | 1239764 |
| AG8040N | 350(32.5) | 网状 | 1231784 |
| AG8040N 400 | 400(37.2) | 网状 | 1231786 |

膜元件尺寸图 平头



膜元件尺寸图 凸头





尺寸和重量

| 型号 ¹ | A | 尺寸(cm)重量lbs(kg) | C ³ | 封装重量lbs(kg) |
|-----------------|--------------|-----------------|----------------|-------------|
| AG2540FM | 40.0 (101.6) | 0.75 (1.90)OD | 2.4 (6.1) | 5 (2.3) |
| AG2540TM | 40.0 (101.6) | 0.75 (1.90)OD | 2.4 (6.1) | 5 (2.3) |
| AG4025T | 25.0 (63.5) | 0.625 (1.59) | 3.9 (9.9) | 5 (2.3) |
| AG4026F | 26.0 (66.7) | 0.625 (1.59) | 3.9 (9.9) | 6 (2.7) |
| AG4040C | 40.0 (101.6) | 0.625 (1.59) | 3.9 (9.9) | 8 (3.5) |
| AG40400M | 40.0 (101.6) | 0.75 (1.90)OD | 3.9 (9.9) | 8 (3.5) |
| AG4040FM | 40.0 (101.6) | 0.75 (1.90)OD | 3.9 (9.9) | 8 (3.5) |
| AG4040FM WET | 40.0 (101.6) | 0.75 (1.90)OD | 3.9 (9.9) | 8 (3.5) |
| AG4040NM | 40.0 (101.6) | 0.75 (1.90)OD | 3.9 (9.9) | 8 (3.5) |
| AG4040TM | 40.0 (101.6) | 0.75 (1.90)OD | 3.9 (9.9) | 8 (3.5) |
| AG8040C | 40.0 (101.6) | 1.125 (2.86) | 7.9 (20.1) | 39 (14.5) |
| AG8040F | 40.0 (101.6) | 1.125 (2.86) | 7.9 (20.1) | 32 (14.5) |
| AG8040F WET | 40.0 (101.6) | 1.125 (2.86) | 7.9 (20.1) | 35 (16) |
| AG8040F 400 | (101.6) | (2.86) | (20.1) | (14.5) |
| AG8040F 400 WET | 40.0 (101.6) | 1.125 (2.86) | 7.9 (20.1) | 35 (16) |
| AG8040N | (101.6) | (2.86) | (20.1) | (14.5) |
| AG8040N 400 | 40.0 (101.6) | 1.125 (2.86) | 7.9 (20.1) | 32 (14.5) |

¹ 如无特殊标明湿膜封装(WET),采用干式运输。

² 如无特殊标明OD(外部直径),则一律为内部直径

³ 在KE压力容器中,膜元件直径(尺寸C)设计的性能最佳。其他压力容器尺寸和容许偏差可能导致旁流过大和性能下降。



操作和在线清洗参数

| | |
|--------|---------------------------|
| 一般操作压力 | 200 psig(1,379 kPa) |
| 一般操作通量 | 10-20GFD(15-35LMH) |
| 最大压力 | 胶带: 450 psig(3,103 kPa) |
| | 其他外壳: 600 psig(4,137 kPa) |
| 最高温度 | 操作: 122°F(50°C) |
| | 清洗: 122°F(50°C) |
| 推荐pH值 | 最佳脱盐率pH范围: 7.0—7.5 |
| | 操作pH范围: 4.0—11.0 |
| | 清洗pH范围: 2.0—11.5 |
| 推荐最大压差 | 单只膜元件: 12 psig (83kPa) |
| | 单只膜壳: 50 psig (345kPa) |
| 耐氯性 | 1,000 ppm hrs |
| | 建议去除余氯 |
| 进水 | NTU<1 |
| | SDI<5 |



2.3.5 AG LF 系列

低污染苦咸水反渗透膜元件

A-系列LF专利反渗透复合膜元件具有高通量、高氯化钠脱除率和低污染特性。AG LF苦咸水膜元件适用于操作压力小于200psi (1.379MPa) 的高脱盐应用，建议进水含盐量 (TDS) 范围为1000-10000mg/l。AG LF高脱盐苦咸水膜元件采用玻璃钢缠绕外套和平头连接。

表 1: 膜元件性能规范

| 膜类型 | 复合膜 (TFM*) | | |
|-----------------|--|----------------------|----------------------|
| 型号 | 平均产水量gpd (m ³ /day) ^{1,2} | 平均脱盐率 ^{1,2} | 最低脱盐率 ^{1,2} |
| AG4040F LF, WET | 2,200 (8.32) | 99.5% | 99.0% |
| AG8040F LF, WET | 9,600 (36.3) | 99.5% | 99.0% |

¹ 运行24小时后测试，单支膜元件产水量的范围为+25%/-15%；

² 测试条件: 2,000ppm NaCl溶液，压力 225psi (1.550MPa)、温度25°C (77°F)、pH7、回收率15%

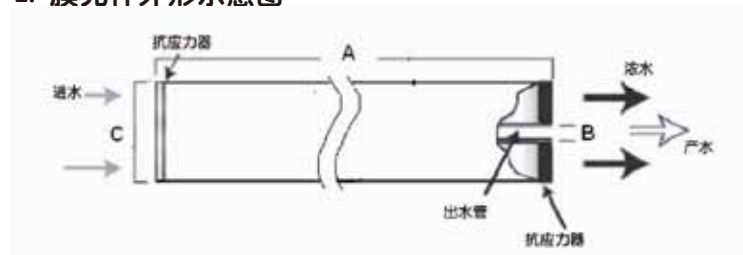
表 2: 膜元件尺寸及重量

| 型号 | 尺寸,英寸(cm) | | | 重量 lbs (kg) |
|------------------|--------------|--------------|------------|----------------|
| | A | B | C | |
| AAG4040F LF, WET | 40.0 (101.6) | 0.75 (1.9) | 3.88 (9.9) | 12 (5.5) |
| AG8040F LF, WET | 40.0 (101.6) | 1.125 (2.86) | 7.9 (20.1) | 35 (16) |

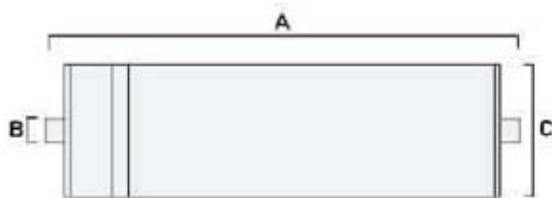
¹ 湿膜封装 (WET) ；

² 外缘尺寸。

图 1: 膜元件外形示意图



AG8040F LF, WET



AG4040F LF, WET

表3: 操作及化学清洗参数

| | |
|--------|--|
| 典型操作压力 | 200 psi (1,380 kPa) |
| 典型操作通量 | 10-20GFD (15-35LMH) |
| 最大操作压力 | 600 psi (4,137 kPa) |
| 最高温度 | 连续运行: 122°F (50°C) 化学清洗(CIP): 122°F (50°C) |
| pH 范围 | 最佳脱盐率: 7.0-7.5, 连续操作4.0-11.0, 化学清洗 (CIP): 2.0-11.5 |
| 最大压差 | 单支膜元件: 12 psi (83 kPa) 单支膜壳: 50 psi (345 kPa) |
| 耐氯 | 1,000+ ppm-hours, 推荐脱氯 |
| 进水条件 | NTU < 1 SDI < 5 |



2.3.6 AG 2PASS系列

两级(2PASS)反渗透系统标准苦咸水淡化膜元件

A系列专利复合反渗透膜元件具有高通量和高脱盐率的特点。AG苦咸水膜元件适用于高脱盐率和低操作压力200 psig(1,379kPa)的情况。这类膜元件有一定的节能效果,是工业应用中的标准膜元件。

AG 2PASS系列专为两级系统设计(置于案一级)。这类膜元件的零部件已经过预冲洗,目的是防止在刚启动时,对第二级潜在的污染,造成产水量的损失。

膜元件规范

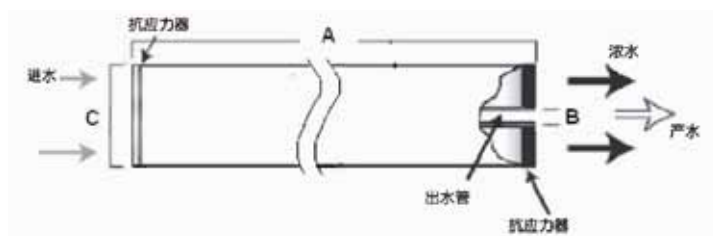
| 膜的种类 | A系列, 三层复合膜(TFM™) | | |
|-------------------|--|--------------------------|--------------------------|
| 型号 | 平均产水量gpd (m ³ /day) ^{1,2} | 平均脱盐率NaCl ^{1,2} | 最低脱盐率NaCl ^{1,2} |
| AG4040FM 2PASS | 2,200(85) | 99.5% | 99.0% |
| AG8040F 2PASS | 9,200(34.8) | 99.5% | 99.0% |
| AG8040F 400 2PASS | 10,500(39.8) | 99.5% | 99.0% |

¹ 运行24小时后测试,单只膜元件的平均脱盐率可能在-15%+25%的范围内变化。

² 测试条件: NaCl溶液浓度2,000ppm、操作压力225psig(1.551kPa),温度77°F(25°C)、pH 7.5、回收率15%。

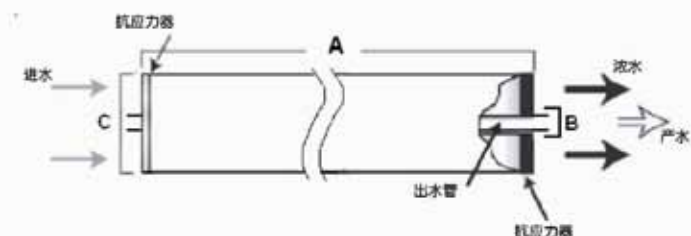
| 型号 | 有效膜面积Ft ² (m ²) | 外壳 | 零件号 |
|-------------------|--|-----|---------|
| AG4040FM 2PASS | 85(7.9) | 玻璃钢 | 1264262 |
| AG8040F 2PASS | 350(32.5) | 玻璃钢 | 1264190 |
| AG8040F 400 2PASS | 400(37.2) | 玻璃钢 | 1264191 |

膜元件尺寸图 平头





膜元件尺寸图 凸头



尺寸和重量

| 型号 | 尺寸(cm) | | | 封装 |
|-------------------|--------------|---------------|------------|------------|
| | A | B | C | 重量lbs (kg) |
| AG4040FM 2PASS | 40.0 (101.6) | 0.75 (1.90)OD | 3.9 (9.9) | 8 (3.5) |
| AG8040F 2PASS | 40.0 (101.6) | 1.125 (2.86) | 7.9 (20.1) | 35 (14.5) |
| AG8040F 400 2PASS | 40.0 (101.6) | 1.125 (2.86) | 7.9 (20.1) | 35 (14.5) |

- ¹ 膜元件采用干式运输。
- ² 如无特殊标明OD(外部直径),则一律为内部直径。
- ³ 在GE压力容器中,膜元件直径(尺寸C)设计的性能最佳。其他压力容器尺寸和容许偏差可能导致旁流过大和性能下降。

操作和在线清洗参数

| | |
|--------|--|
| 一般操作压力 | 200 psig(1,379 kPa) |
| 一般操作通量 | 10-20 KFD(15-35LMH) |
| 最大压力 | 600 psig(4,137 kPa) |
| 最高温度 | 操作: 122°F(50°C) 清洗: 122°F(50°C) |
| 推荐pH值 | 最佳脱盐率pH范围: 7.0-7.5 操作pH范围: 4.0-11.0 清洗pH范围: 2.0-11.5 |
| 推荐最大压差 | 单只膜元件: 12 psig(83 kPa) 单只膜壳: 50 psig(345 kPa) |
| 耐氯性 | 1,000 ppm hrs 建议去除余氯 |
| 进水 | NTU<1 SDI<5 |



2.3.7 CD系列

高脱盐率苦咸水淡化反渗透(RO)膜元件(醋酸纤维)

C系列膜元件是三醋酸纤维 / 二醋酸纤维混合材质膜元件,与普通的醋酸纤维相比,三醋酸纤维 / 二醋酸纤维混合材质膜元件通量更高、机械稳定性更佳。与薄膜元件相比, C系列膜元件的单个膜元件成本更低、耐氯性更强。

CD高脱盐率膜元件用于在425 psig(2,930kPa)工作压力下进行苦咸水淡化和工业生产液流浓缩。

膜元件规范

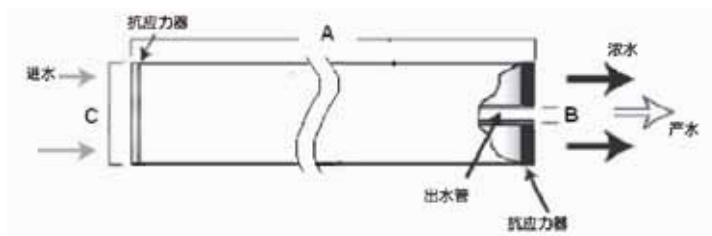
| 膜的种类 | A系列, 三层复合膜(TFM™) | | |
|---------|---------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 型号 | 平均产水量gpd (m ³ /d) | 平均脱盐率(NaCl) ^{1,2} | 最小脱盐率(NaCl) ^{1,2} |
| CD4025T | 1,025(3.9) | 98.5% | 96.5% |
| CD4040F | 1,600(6.1) | 98.5% | 96.5% |
| CD8040F | 6,000(22.7) | 98.5% | 96.5% |

¹ 运行24小时后测试,单只膜元件的平均脱盐率可能在-15%"+25%的范围内变化。

² 测试条件: NaCl溶液浓度2000ppm、操作压力425psig(2.930kPa)、温度77°F、pH 6.5、回收率15%。

| 型号 | 有效膜面积Ft ² (m ²) | 外壳 | 零件号 |
|---------|--|-----|---------|
| CD4025T | 55(5.1) | 胶带 | 1206834 |
| CD4040F | 90(8.4) | 玻璃钢 | 1206835 |
| CD8040F | 390(36.2) | 玻璃钢 | 1206837 |

膜元件尺寸图 平头





尺寸和重量

| 型号 ¹ | 尺寸(cm) | | | 封装 |
|-----------------|--------------|----------------|----------------|------------|
| | A | B ² | C ³ | 重量lbs (kg) |
| CD4025T | 25.0 (63.5) | 0.625 (1.59) | 3.9 (9.9) | 5 (2.3) |
| CD4040F | 25.0 (101.6) | 0.625 (1.59) | 3.9 (9.9) | 8 (3.5) |
| CD8040F | 40.0 (101.6) | 1.125 (2.86) | 7.9 (20.1) | 32 (14.5) |

¹ 如无特殊标明OD(外部直径),则一律为内部直径。

² 膜元件采用湿膜封装。

³ 在GE水处理及工艺过程处理压力容器中,膜元件直径(尺寸C)设计的性能最佳。其他压力容器尺寸和容许偏差可能导致旁流过大和性能下降。

操作和在线清洗参数

| | |
|--------|--|
| 一般操作压力 | 140-400psig(965-2,758 kPa) |
| 一般操作通量 | 10-18GFD(17-30LMH) |
| 最大压力 | 450 psig(3.103kPa) |
| 最高温度 | 操作: 86°F(30°C) 清洗: 86°F(30°C) |
| 推荐pH值 | 操作pH范围: 5.0-6.5 清洗pH范围: 3.0-8.0 |
| 推荐最大压差 | 单只膜元件: 12 psig (83kPa) 单只膜壳: 50 psig (345kPa) |
| 耐氯性 | 连续操作最大1ppm 消毒30min 30ppm |
| 进水 | NTU<1 SDI<5 |



2.3.8 CE系列

苦咸水淡化反渗透(RO)膜元件(醋酸纤维)

C系列膜元件是三醋酸纤维 / 二醋酸纤维混合材质膜元件,与普通的醋酸纤维相比,三醋酸纤维 / 二醋酸纤维混合材质膜元件通量更高、机械稳定性更佳。与薄膜元件相比,C系列膜元件的单个膜元件成本更低、耐氯性更强。

CE高脱盐率膜元件用于在425 psig(2,930kPa)工作压力下进行苦咸水淡化和工业生产液流浓缩。

膜元件规范

| 膜的种类 C系列, 醋酸纤维 | | | |
|----------------|---------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 型号 | 平均产水量gpd (m ³ /d) | 平均脱盐率(NaCl) ^{1,2} | 最小脱盐率(NaCl) ^{1,2} |
| CE2540FM | 630(2.4) | 97.5% | 95.0% |
| CE4025T | 1,300(4.9) | 97.5% | 95.0% |
| CE4026F | 1,300(4.9) | 97.5% | 95.0% |
| CE4040F | 2,100(7.9) | 97.5% | 95.0% |
| CE4040FM | 2,000(7.6) | 97.5% | 95.0% |
| CE4040C | 2,150(8.1) | 97.5% | 95.0% |
| CE4040NM | 2,000(7.6) | 97.0% | 95.0% |
| CE8040F | 8,000(30.3) | 97.5% | 95.0% |
| CE8040N | 8,000(30.3) | 97.0% | 95.0% |

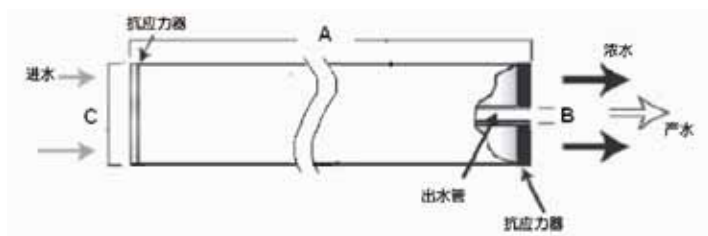
¹ 运行24小时后测试,单只膜元件的平均脱盐率可能在-15%~+25%的范围内变化。

² 测试条件: NaCl溶液浓度2000ppm、操作压力425psig(2.930kPa)、温度77°F、pH 6.5、回收率15%。

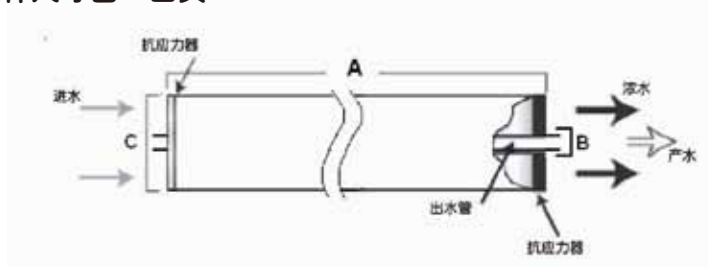
| 型号 | 有效膜面积Ft ² (m ²) | 外壳 | 零件号 |
|----------|--|-----------|---------|
| CE2540FM | 27(2.5) | 玻璃钢 | 1206854 |
| CE4025T | 59(5.5) | 胶带 | 1206870 |
| CE4026F | 59(5.5) | 玻璃钢 | 1206875 |
| CE4040F | 95(8.8) | 玻璃钢 | 1206878 |
| CE4040FM | 85(7.9) | 玻璃钢 | 1231443 |
| CE4040C | 95(8.8) | 卫生级(CCEe) | 1206877 |
| CE4040NM | 85(7.9) | 网状* | 1231790 |
| CE8040F | 350(32.5) | 玻璃钢 | 1206880 |
| CE8040N | 350(32.5) | 网状* | 1231791 |



膜元件尺寸图 平头



膜元件尺寸图 凸头



尺寸和重量

| 型号 ¹ | 尺寸(cm) | | | 封装 重量lbs (kg) |
|-----------------|--------------|----------------|----------------|------------------|
| | A | B ² | C ³ | |
| CE2540FM | 40.0 (101.6) | 0.75 (1.90)OD | 2.4 (6.1) | 5 (2.3) |
| CE4025T | 25.0 (63.5) | 0.625 (1.59)OD | 3.9 (9.9) | 5 (2.3) |
| CE4026F | 26.0 (66.7) | 0.625 (1.59) | 3.9 (9.9) | 6 (2.7) |
| CE4040F | 40.0 (101.6) | 0.625 (1.59) | 3.9 (9.9) | 8 (3.5) |
| CE4040FM | 40.0 (101.6) | 0.75 (1.90)OD | 3.9 (9.9) | 8 (3.5) |
| CE4040C | 40.0 (101.6) | 0.75 (1.90)OD | 3.9 (9.9) | 8 (3.5) |
| CE4040NM | 40.0 (101.6) | 0.75 (1.90)OD | 3.9 (9.9) | 8 (3.5) |
| CE8040F | 40.0 (101.6) | 1.125 (2.86) | 7.9 (20.1) | 32 (14.5) |
| CE8040N | 40.0 (101.6) | 1.125 (2.9) | 7.9 (20.0) | 32 (14.5) |

¹ 膜元件采用湿膜封装。

² 如无特殊标明OD(外部直径),则一律为内部直径。

³ 在GE水处理及工艺过程处理压力容器中,膜元件直径(尺寸C)设计的性能最佳。其他压力容器尺寸和容许偏差可能导致旁流过大和性能下降。



操作和在线清洗参数

| | |
|--------|--|
| 一般操作压力 | 140-400psig(965-2,758 kPa) |
| 一般操作通量 | 10-18GFD(17-30LMH) |
| 最大压力 | 450psig(3.103 kPa) |
| 最高温度 | 操作: 86°F(30°C) 清洗: 86°F(30°C) |
| 推荐pH值 | 操作pH范围: 5.0—6.5 清洗pH范围: 3.0—8.0 |
| 推荐最大压差 | 单只膜元件: 12 psig (83kPa) 单只膜壳: 50 psig (345kPa) |
| 耐氯性 | 连续操作最大1ppm 消毒30min 30ppm |
| 进水 | NTU<1 SDI<5 |



2.3.9 CG系列

高脱盐率苦咸水淡化反渗透(RO)膜元件(醋酸纤维)

C系列膜元件是三醋酸纤维 / 二醋酸纤维混合材质膜元件,与普通的醋酸纤维相比,三醋酸纤维 / 二醋酸纤维混合材质膜元件通量更高、机械稳定性更佳。与薄膜元件相比,C系列膜元件的单个膜元件成本更低、耐氯性更强。

CG高脱盐率膜元件用于在225 psig(1,551kPa)工作压力下进行苦咸水淡化和工业生产液流浓缩。

膜元件规范

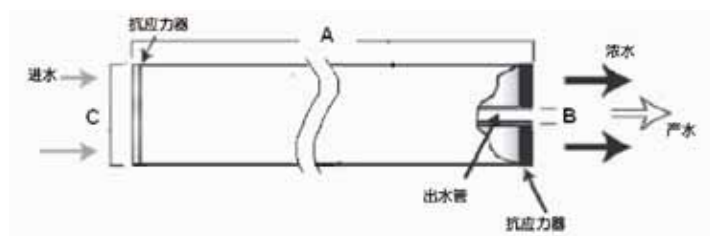
| 膜的种类 C系列, 醋酸纤维 | | | |
|----------------|---------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 型号 | 平均产水量gpd (m ³ /d) | 平均脱盐率(NaCl) ^{1,2} | 最小脱盐率(NaCl) ^{1,2} |
| CG2540FM | 600(2.3) | 93.0% | 85.0% |
| CG4040F | 2,000(7.6) | 93.0% | 85.0% |
| CG8040F | 7,300(27.6) | 93.0% | 85.0% |

¹ 运行24小时后测试,单只膜元件的平均脱盐率可能在-15%"+25%的范围内变化。

² 测试条件: NaCl溶液浓度500ppm、操作压力210psig(1,448kPa)、温度77oF(25oC)、pH 6.5、回收率15%。

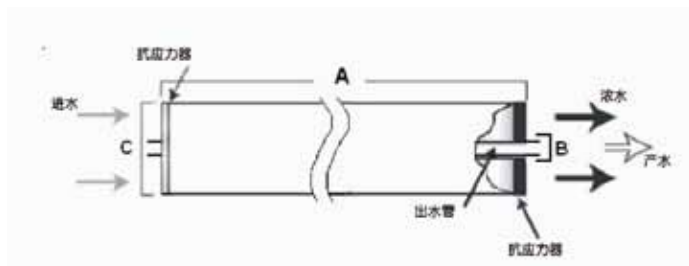
| 型号 | 有效膜面积Ft ² (m ²) | 外壳 | 零件号 |
|----------|--|-----|---------|
| CG2540FM | 27(2.5) | 玻璃钢 | 1206891 |
| CG4040F | 90 (8.4) | 玻璃钢 | 1206893 |
| CG8040F | 350(32.5) | 玻璃钢 | 1206896 |

膜元件尺寸图 平头





膜元件尺寸图 凸头



尺寸和重量

| 型号 ¹ | 尺寸(cm) | | | 封装 |
|-----------------|--------------|----------------|----------------|------------|
| | A | B ² | C ³ | 重量lbs (kg) |
| CG2540FM | 40.0 (101.6) | 0.75 (1.90)OD | 2.4 (6.1) | 5 (2.3) |
| CG4040F | 40.0 (101.6) | 0.625(1.59) | 3.9 (9.9) | 8 (3.5) |
| CG8040F | 40.0 (101.6) | 1.125 (2.86) | 7.9 (20.1) | 32 (14.5) |

¹ 如无特殊标明OD(外部直径),则一律为内部直径。

² 膜元件采用干式运输。

³ 在GE水处理及工艺过程处理压力容器中,膜元件直径(尺寸C)设计的性能最佳。其他压力容器尺寸和容许偏差可能导致旁流过大和性能下降。

操作和在线清洗参数

| | |
|--------|--|
| 一般操作压力 | 60-200psig(414-1,379 kPa) |
| 一般操作通量 | 10-18GFD(17-30LMH) |
| 最大压力 | 450 psig(3.103kPa) |
| 最高温度 | 操作: 86°F(30°C) 清洗: 86°F(30°C) |
| 推荐pH值 | 操作pH范围: 5.0-6.5 清洗pH范围: 3.0-8.0 |
| 推荐最大压差 | 单只膜元件: 12 psig (83kPa) 单只膜壳: 50 psig (345kPa) |
| 耐氯性 | 连续操作最大1ppm 消毒30min 30ppm |
| 进水 | NTU<1 SDI<5 |



2.3.10 Duraslick™系列

高抗污染反渗透(RO)膜元件

Duraslick™是针对易导致污堵的苦咸水淡化、中水回用、污水处理而设计的膜元件。Duraslick™采用了新型三层复合膜技术，其中中间层为专利层，该层具有极高的光滑度和高脱盐率。

独立研究表明，对于水质差的进水，Duraslick™膜元件的脱盐作用优于标准聚胺卷式膜元件的脱盐作用。Duraslick™膜元件系统可以减少污堵、降低能耗、延长膜的使用寿命和清洗间隔时间，延长清洗时间间隔也意味着降低了化学药品费用。Duraslick™ HS膜元件是针对悬浮固体含量相对较高的进水而特别设计的。

膜元件规范

| 膜的种类 三层复合膜(TFMTM) | | | |
|----------------------|---------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 型号 | 平均产水量gpd (m ³ /d) | 平均脱盐率(NaCl) ^{1,2} | 最小脱盐率(NaCl) ^{1,2} |
| Duraslick RO 2540 | 675(2.3) | 98.6% | 97.0% |
| Duraslick RO 4040 | 2,000(7.6) | 98.6% | 97.0% |
| Duraslick RO 4040 HS | 1,500(5.7) | 98.6% | 97.0% |
| Duraslick RO 8040 | 7,700(29.1) | 98.6% | 97.0% |
| Duraslick RO 8040 HS | 6,100(23.1) | 98.6% | 97.0% |

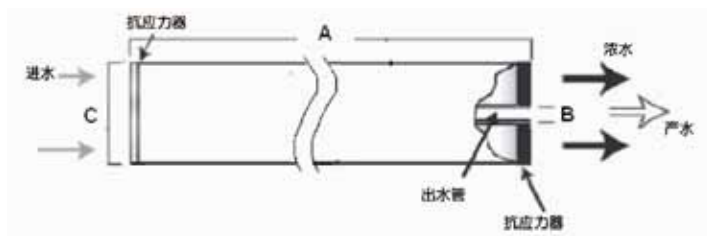
¹ 运行24小时后测试，单只膜元件的平均脱盐率可能在-15%+25%的范围内变化。

² 测试条件：NaCl 溶液浓度800 ppm、操作压力225psig(1,551kPa)、温度77°F(25°C)、pH7.5、回收率15%。

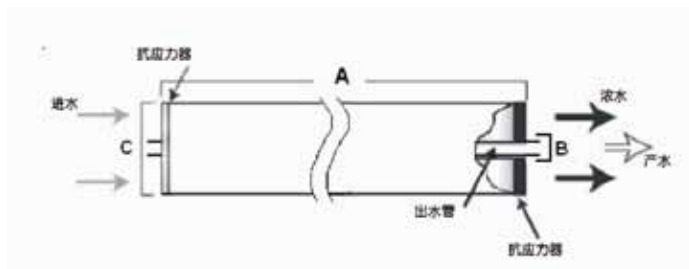
| 型号 | 进水流道Mil(mm) | 有效膜面积Ft ² (m ²) | 外壳 | 零件号 |
|----------------------|-------------|--|-----|---------|
| Duraslick RO 2540 | 30(0.76) | 27(2.5) | 玻璃钢 | 1231055 |
| Duraslick RO 4040 | 30(0.76) | 85(7.9) | 玻璃钢 | 1231048 |
| Duraslick RO 4040 HS | 35(0.89) | 64(5.9) | 玻璃钢 | 1234386 |
| Duraslick RO 8040 | 30(0.76) | 350(32.5) | 玻璃钢 | 1231014 |
| Duraslick RO 8040 HS | 35(0.89) | 278(25.8) | 玻璃钢 | 1234403 |



膜元件尺寸图 平头



膜元件尺寸图 凸头



尺寸和重量

| 型号 ¹ | 尺寸(cm) | | | 封装 重量lbs (kg) |
|----------------------|--------------|----------------|----------------|------------------|
| | A | B ² | C ³ | |
| Duraslick RO 2540 | 40.0 (101.6) | 0.75 (1.90)OD | 2.4 (6.1) | 5 (2.3) |
| Duraslick RO 4040 | 40.0 (101.6) | 0.75 (1.90)OD | 3.9 (9.9) | 8 (3.5) |
| Duraslick RO 4040 HS | 40.0 (101.6) | 0.75 (1.90)OD | 3.9 (9.9) | 8 (3.5) |
| Duraslick RO 8040 | 40.0 (101.6) | 1.125 (2.86) | 7.9 (20.1) | 32 (14.5) |
| Duraslick RO 8040 HS | 40.0 (101.6) | 1.125 (2.86) | 7.9 (20.1) | 32 (14.5) |

¹ 如无特殊标明OD(外部直径),则一律为内部直径。

² 膜元件采用干式运输。

³ 在GE水处理及工艺过程处理压力容器中,膜元件直径(尺寸C)设计的性能最佳。其他压力容器尺寸和容许偏差可能导致旁流过大和性能下降。



操作和在线清洗参数

| | |
|--------|--|
| 一般操作压力 | Duraslick RO:200psig(1,379kPa) |
| 一般操作通量 | 10-15GFD(15-25LMH) |
| 最大压力 | 600 psig(4.137kPa) |
| 最高温度 | 操作: 122°F(50°C) Duraslick RO清洗: 122°F(50°C) |
| 推荐pH值 | Duraslick RO 操作pH范围: 4.0 10.0 清洗pH范围: 2.0 10.5 |
| 推荐最大压差 | 单只膜元件: 12 psig (83kPa) 单只膜壳: 50 psig (345kPa) |
| 耐氯性 | 500 ppm hrs 建议去除余氯 |
| 进水 | NTU<1 SDI<5 |



2.3.11 Duratherm HWS系列

热水消毒纯水膜元件描述和应用

Duratherm HWS系列包括反渗透(RO)、纳滤(NF)和超滤(UF)膜元件。该系列在热水消毒工业中，以非化学制剂消毒的方法对保持产品质量和保证工业相关标准具有很大的优势。

分离系统消毒建议：间隔暴露在温度高达90°C，并采用最小的进水压力，通过对蛋白链进行改性和凝固来消灭微生物。

Duratherm HWS RO适用于水净化分离系统，在温度高达122°F(50°C)，但无悬浮固体存在的低错流环境中仍能保持可靠的性能。

该系列元件的直径尺寸包括：8”，4”和2.5”。所有膜元件具有Durasan笼状外壳，聚乙烯ATD和中心流道。

特性和优势

- EUb, c瓶装水认证
- 消灭细菌
- 预防生物污堵
- 无报废成本
- 100%润湿测试质量保证
- 持久耐用的结构
- 产水侧消毒

市场

- 食品 / 饮料
- 生物药剂
- 医疗 / 透析
- 电子工业
- 化工工业



膜元件规范

| | | | |
|---|---|--------------------|---------------|
| 膜的种类 | A系列, 三层复合膜(TFM™) ^{a,b} D系列, 三层复合膜(TFM™) ^c P系列, 聚醚砜 ^d | | |
| a=HWS RO-HR, b=HWS RO, c=HWS NF, d=HWS UF | | | |
| 型号 | 最大产水量gpd (m³/h) | 平均脱盐率gpd (m³/d) | 最小脱盐率 MWCO |
| Duratherm HWS RO 2540 HR ^{1,3} | 4(0.9) | 620(2.3) | 99.5% |
| Duratherm HWS RO 4040 HR ^{1,3} | 20(4.5) | 2,300(8.7) | 99.5% |
| Duratherm HWS RO 8040 HR ^{1,3} | 65(14.8) | 9,900(37.5) | 99.5% |
| Duratherm HWS RO 2540 ^{2,3} | 4(0.9) | 760(2.9) | 99.0% |
| Duratherm HWS RO 4040 ^{2,3} | 20(4.5) | 2,200(8.3) | 99.0% |
| Duratherm HWS RO 8040 ^{2,3} | 65(14.8) | 9,200(34.8) | 99.0% |
| Duratherm HWS RO 8040 ^{2,3} | 65(14.8) | 9,200(34.8) | 99.0% |

¹ 测试条件: 在热水消毒预处理后, NaCl溶液浓度500ppm、操作压力200psig (1,379kPs)、温度77°F、pH 7.5、回收率15%。

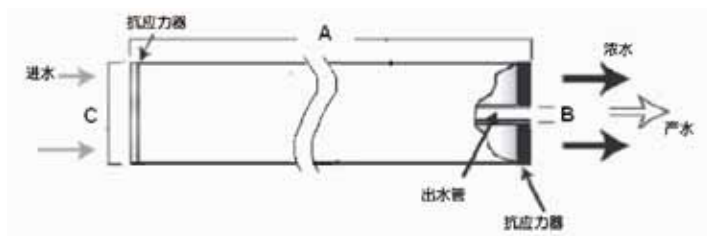
² 测试条件: 在热水消毒预处理后, NaCl溶液浓度2,000ppm、操作压力110psig(758kPs)、温度77°F、pH 7.5、回收率15%。

³ 最终流速取决于单个温度曲线图。在大多数情况下, 经过热水消毒预处理后, 流速会在名义流速的-15%"+25%的范围内变化

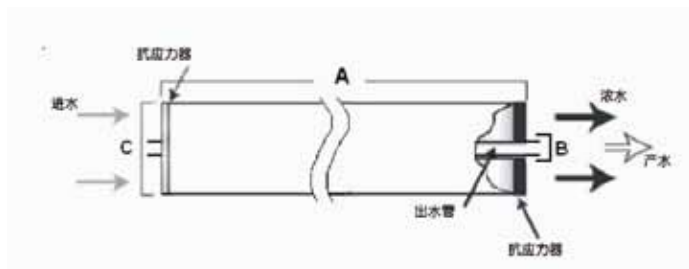
| 型号 | 有效膜面积Ft ² (m ²) | 外壳 | 零件号 |
|--------------------------|--|-----------|---------|
| Duratherm HWS RO 2540 HR | 25(2.3) | 卫生级(Cage) | 1263600 |
| Duratherm HWS RO 4040 HR | 88(8.2) | 卫生级(Cage) | 1263435 |
| Duratherm HWS RO 8040 HR | 355(33.0) | 卫生级(Cage) | 1263599 |
| Duratherm HWS RO 2540 | 25(2.3) | 卫生级(Cage) | 1228430 |
| Duratherm HWS RO 4040 | 85(2.3) | 卫生级(Cage) | 1228459 |
| Duratherm HWS RO 8040 | 355(33.0) | 卫生级(Cage) | 1228481 |



膜元件尺寸图 平头



膜元件尺寸图 凸头



尺寸和重量

| 型号 ¹ | 尺寸(cm) | | | 封装 重量lbs (kg) |
|-----------------|--------------|----------------|----------------|------------------|
| | A | B ² | C ³ | |
| HWS 2540 Models | 40.0 (101.6) | 0.75 (1.90)OD | 2.4 (6.1) | 5 (2.3) |
| HWS 4040 Models | 40.0 (101.6) | 0.75 (1.90)OD | 3.9 (9.9) | 8 (3.5) |
| HWS 8040 Models | 40.0 (101.6) | 1.125 (2.86) | 7.9 (20.1) | 32 (14.5) |

¹ 膜元件采用干膜运输。

² 如无特殊标明OD(外部直径),则一律为内部直径。

³ 在GE水处理及工艺过程处理压力容器中,膜元件直径(尺寸C)设计的性能最佳。其他压力容器尺寸和容许偏差可能导致旁流过大和性能下降。

温度

在任何情况下,都不要超过20 GFD(34LMH)

| 型号 | 最高操作温度 | 最高清洗温度 | 最高消毒温度 |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|
| Duratherm HWS RO HR | 122°F(50°C) | 122°F(50°C) | 194°F(90°C) |
| DUratherm HWS RO | 122°F(50°C) | 122°F(50°C) | 194°F(90°C) |



压力和操作参数

| 型号 | 最大操作压力 | | 一般应用压力 | 膜的回收率 | 一般操作通量 |
|---------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|-------|------------------------|
| | 41 122 °F(5 50°C) | 124 158 °F(51 70°C) | | | |
| Duratherm HWS RO HR | 600psi (4,137kPa) | Do not operate at T>50°C | 225psi (1,551kPa) | <15% | 10-18GFD (17-31LMH) |
| Duratherm HWS RO | 600psi (4,137kPa) | (Sanitizing only) | 225psi (1,551kPa) | <15% | 10-18GFD (17-31LMH) |

操作和在线清洗参数

| 型号 | 推荐pH值 | | 耐氯性 | 进水 |
|---------------------|----------|----------|--------------|-------|
| | 操作 | 清洗 | | |
| Duratherm HWS RO HR | 4.0-11.0 | 2.0-11.5 | 500 ppm hrs. | NTU<1 |
| Duratherm HWS RO | 4.0-11.0 | 2.0-11.5 | 建议去除余氯 | SDI<5 |

热水消毒的有关建议:

为达到最佳效果，应始终按照GE水处理及工艺过程处理认可的CIP就地清洗程序，并在消毒之前使用防污堵水进行冲洗。消毒时，进水压力不应超过40psi(275kPa)，错流引起的单只膜元件压降不应大于2psi(14kPa)。消毒时，升温 and 冷却速率不应大于5°C / 分钟。最高消毒温度为90°C。

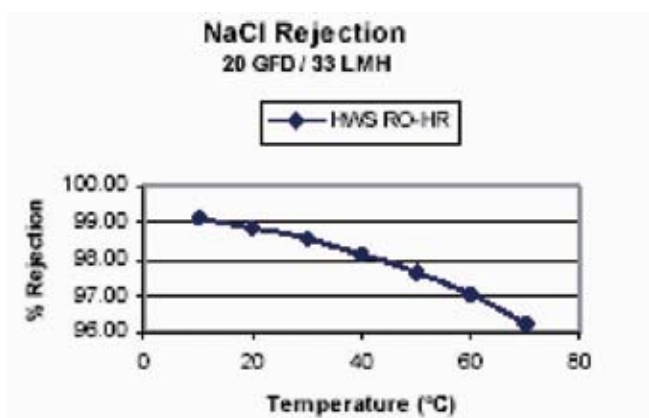


图2: HWS RO HR膜元件的NaCl的脱盐率

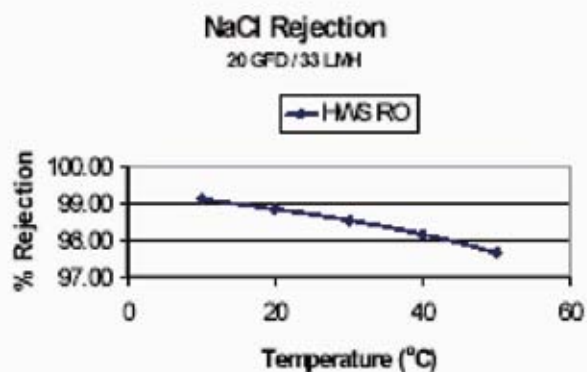


图3: HWS RO膜元件的NaCl的脱盐率

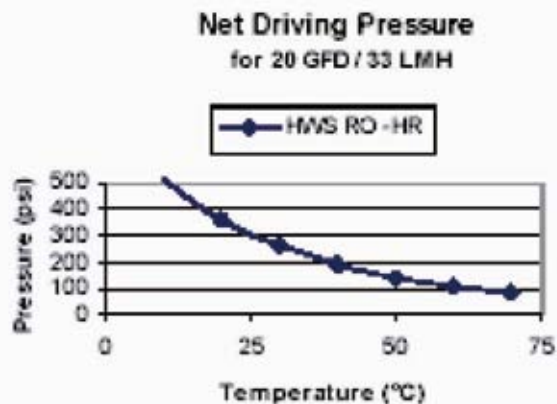
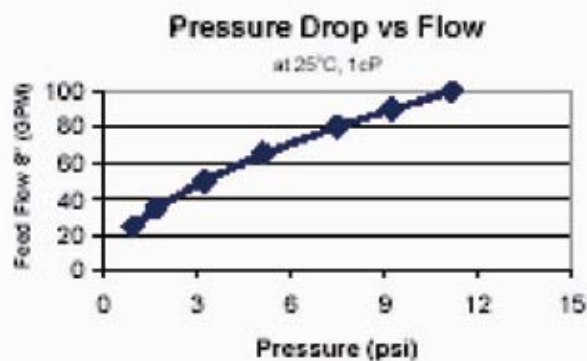
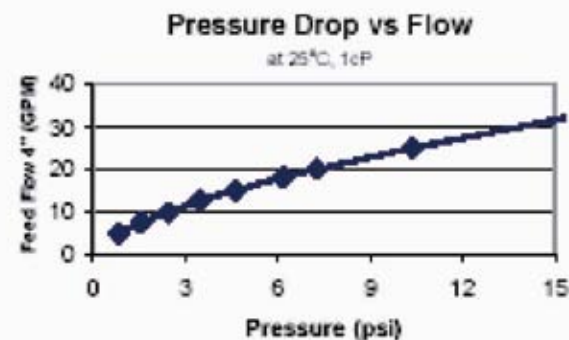


图7: HWS 8040膜元件的压差



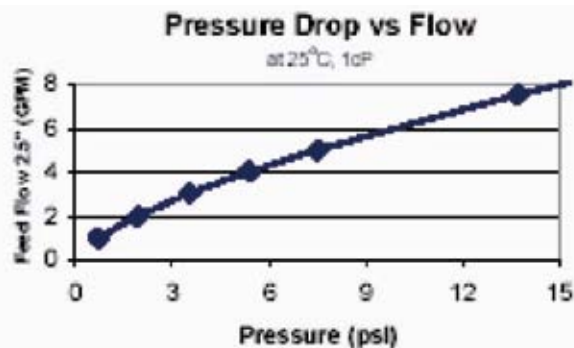
* Based on Osmonics 8" Housings
* Use as a guideline, ΔP will vary based on tolerances of housing

图5: HWS 2540膜元件的压差



* Based on Osmonics 4" Housings
* Use as a guideline, ΔP will vary based on tolerances of housing

图8: HWS RO-HR膜元件的净驱动力



* Based on Osmonics 2.5" Housings
* Use as a guideline, ΔP will vary based on tolerances of housing

图6: HWS 4040膜元件的压差

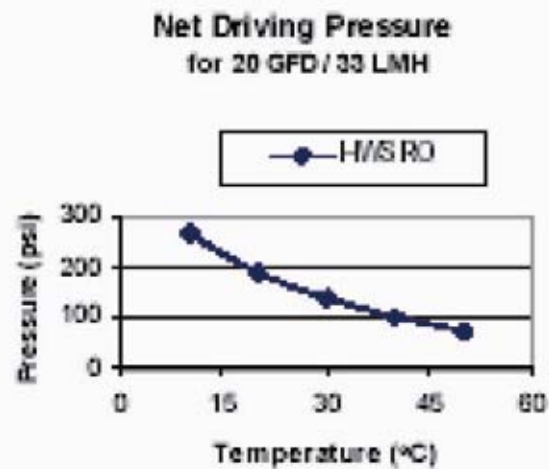


图9: HWS RO膜元件的净驱动力



2.3.12 Duratherm RO HF系列

高温高通量纯水膜元件描述和用途

Duratherm RO HF系列具有适用于连续高温操作的优点，如高温热水消毒，从工业角度达到能量回收最大化并采用高温纯净水。

分离系统消毒建议：间隔暴露在温度高达90°C，并采用最小的进水压力，通过对蛋白链进行改性和凝固来消灭微生物。

Duratherm HWS RO和HWS NF适用于水净化分离系统，在温度高达122°F(50°C)，但无悬浮固体存在的低错流环境中仍能保持可靠的性能。Duratherm HWS UF适用于进水温度高达158°F(70°C)的情况。

该系列元件的直径尺寸包括：8"，4"和2.5"。所有膜元件具有Durasan笼状外壳，聚乙烯ATD和中心流道。

特性和优势

- 消灭细菌
- 预防生物污堵
- 无报废成本
- 100%润湿测试质量保证
- 持久耐用的结构
- 产水侧消毒

市场

- 食品 / 饮料
- 生物药剂
- 医疗 / 透析
- 电子工业
- 化工工业



膜元件规范

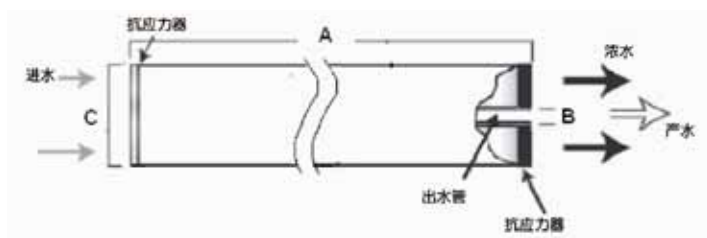
| 膜的种类 A系列 三层复合膜(TFM™) | | | |
|-------------------------|--------------------|--------------------|---------------|
| 型号 | 最大产水量gpd (m³/h) | 平均脱盐率gpd (m³/d) | 平均脱盐率 MWCO |
| Duratherm RO 2540 HR1,2 | 4(0.9) | 620(2.3) | 99.5% |
| Duratherm RO 4040 HR1,2 | 20(4.5) | 2,300(8.7) | 99.5% |
| Duratherm RO 8040 HR1,2 | 65(14.8) | 9,900(37.5) | 99.5% |

¹ 测试条件：在热水消毒预处理后，NaCl溶液浓度2000ppm、操作压力200psig (1,379kPs)、温度77°F、pH7.5、回收率15%。

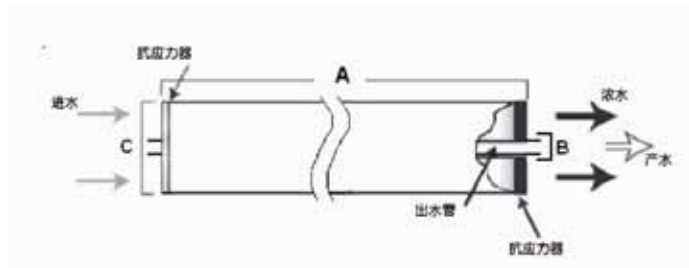
² 最终流速取决于单个温度曲线图。在大多数情况下，经过热水消毒预处理后，流速会在名义流速的-15%~+25%的范围内变化。

| 型号 | 有效膜面积Ft²(m²) | 外壳 | 零件号 |
|----------------------|--------------|-----------|---------|
| Duratherm RO 2540 HF | 25(2.3) | 卫生级(Cage) | 1228226 |
| Duratherm RO 4040 HF | 90(8.4) | 卫生级(Cage) | 1228197 |
| Duratherm RO 8040 HF | 355(33.0) | 卫生级(Cage) | 1228225 |

膜元件尺寸图 平头



膜元件尺寸图 凸头





尺寸和重量

| 型号 ¹ | 尺寸(cm) | | | 封装 |
|----------------------|--------------|----------------|----------------|------------|
| | A | B ² | C ³ | 重量lbs (kg) |
| Duratherm RO 2540 HF | 40.0 (101.6) | 0.75 (1.90)OD | 2.4 (6.1) | 5 (2.3) |
| Duratherm RO 4040 HF | 40.0 (101.6) | 0.625 (1.60)OD | 3.9 (9.9) | 8 (3.5) |
| Duratherm RO 8040 HF | 40.0 (101.6) | 1.125 (2.86) | 7.9 (20.1)* | 32 (14.5) |

¹ 膜元件采用干膜运输。

² 如无特殊标明OD(外部直径),则一律为内部直径。

³ 在GE水处理及工艺过程处理压力容器中,膜元件直径(尺寸C)设计的性能最佳。其他压力容器尺寸和容许偏差可能导致旁流过大和性能下降。

温度

在任何情况下,都不要超过20 GFD(34LMH)

| 型号 | 最高操作温度 | 最高清洗温度 | 最高消毒温度 |
|--------------|-------------|-------------|-------------|
| Duratherm RO | 158°F(70°C) | 122°F(50°C) | 194°F(90°C) |

压力和操作参数

| 型号 | 最大操作压力 | | 膜的回收率 | 一般操作通量 |
|-----------------|----------------------|------------------------|-------|------------------------|
| | 41 122 °F(5 50°C) | 124 158 °F(51 70°C) | | |
| Duratherm RO HF | 600psi (4,137kPa) | 400psi (2.758kPa) | <15% | 10-18GFD (17-31LMH) |

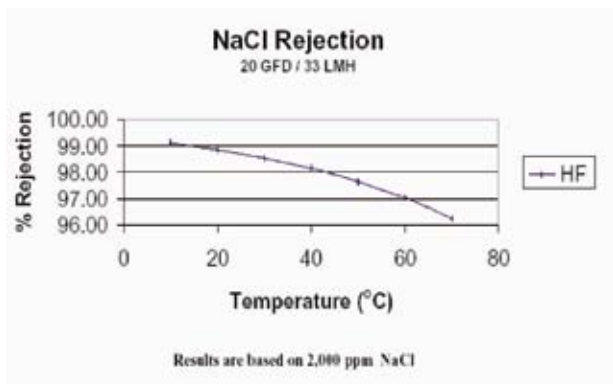
操作和在线清洗参数

| 型号 | 推荐pH值 | | 耐氯性 | 进水 |
|-----------------|---------|----------|------------------------|----------------|
| | 操作 | 清洗 | | |
| Duratherm RO HF | 3.0-9.0 | 2.0-11.5 | 500 ppm hrs. 建议去除余氯 | NTU<1 SDI<5 |

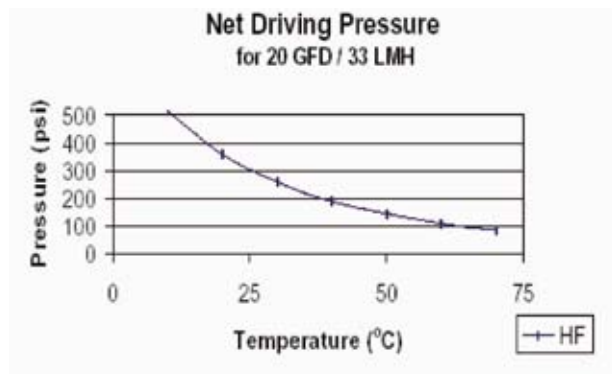


热水消毒的有关建议:

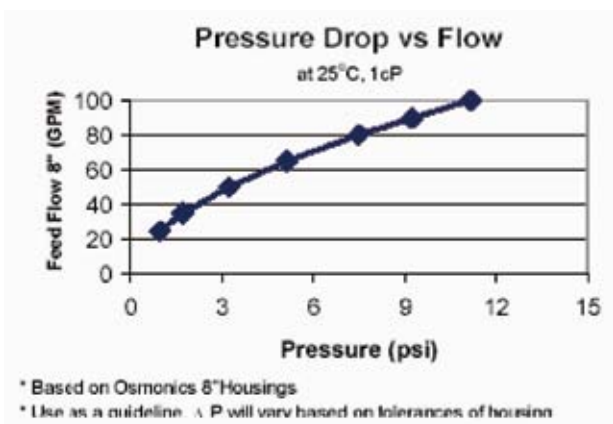
为达到最佳效果, 应始终按照GE水处理及工艺过程处理认可的CIP就地清洗程序, 并在消毒之前使用防污堵水进行冲洗。消毒时, 进水压力不应超过40psi(275kPa), 错流引起的单只膜元件压降不应大于2psi(14kPa)。消毒时, 升温 and 冷却速率不应大于5°C / 分钟。最高消毒温度为90°C。



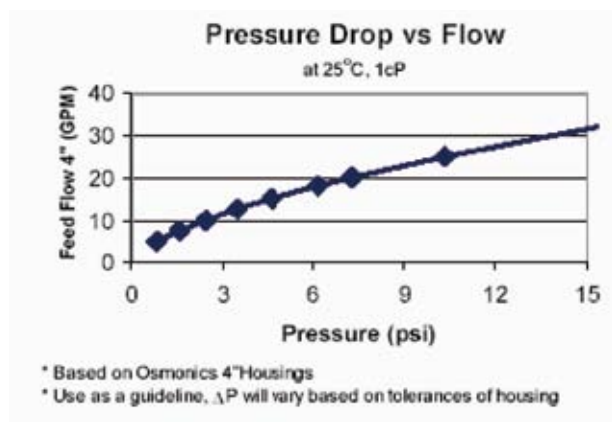
RO HF膜元件的NaCl脱盐率



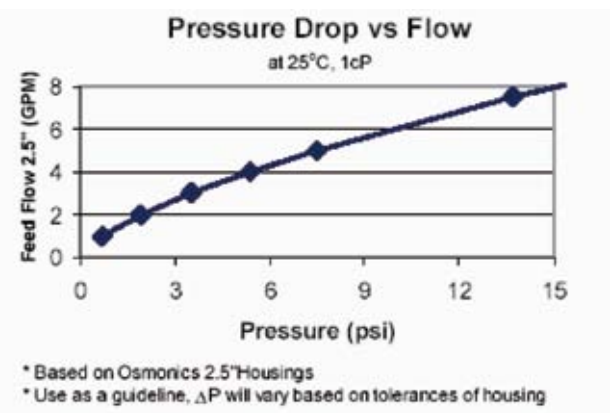
8040 HF膜元件的压降



2540 HF膜元件的压降



RO HF膜元件的净驱动力



4040 HF膜元件的压降



2.3.13 MUNI反渗透(RO)系列

市政饮用水膜元件

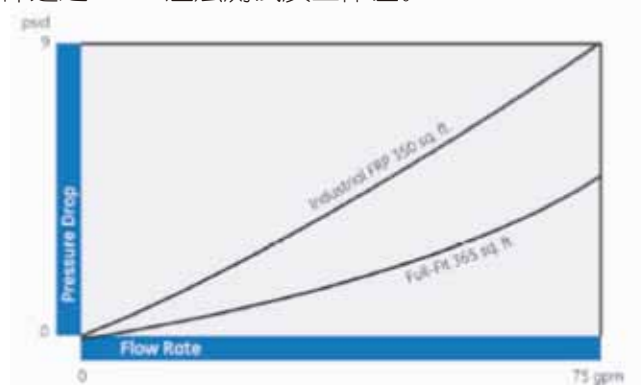
用于水厂处理高固含量进水的MUNI反渗透(RO)系列包含三种膜元件，考虑到节能和脱盐性能，膜元件采用两种不同的外壳。

Full-Fit™ 结构或玻璃钢外壳

由于应用领域的不同，一种设计不能够满足所有要求。MUNI反渗透(RO)系列提供独特的，膜面积为365平方英尺的Full-Fit™结构膜元件或标准玻璃钢外壳元件作为解决问题的方案。尽管玻璃钢外壳的截留性能更高，但创新Full-Fit™设计紧贴压力容器内壁，因此去除了容易产生细菌和粘性物质的死水区，并且能够更快更完整的清洗。除卫生的特性外，采用Full-Fit™设计的膜元件上的压降明显低于采用标准玻璃钢外壳的元件上的压降(图1)，因此可以节约大量能量。

MUNI反渗透(RO)膜元件通过美国国家卫生基金会检测和认证。

MUNI反渗透(RO)膜元件通过100%湿法测试质量保证。



压差-流率图

膜元件性能规范

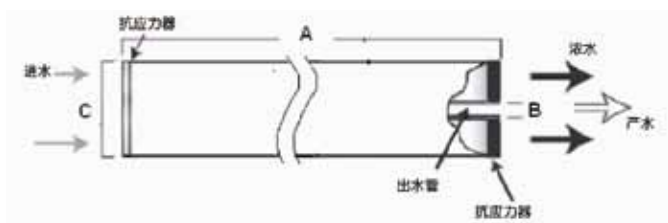
| 膜的种类 | 三层复合膜(TFM™) | | |
|-------------------|--------------|----------------------------|----------------------------|
| 型号 | 产水量gpd(m³/d) | 平均脱盐率(NaCl) ^{1,2} | 最小脱盐率(NaCl) ^{1,2} |
| MUNI-RO-365-FF | 9600(36.3) | 99.0% | 98.5% |
| MUNI-RO-365-WT-FF | 9,600 (36.3) | 99.0% | 98.5% |
| MUNI-RO-400 | 10.500(39.7) | 99.5% | 99.0% |
| MUNI-RO-400-WT | 10.500(39.7) | 99.5% | 99.0% |



- ¹ 测试24小时后的平均脱盐率。单支膜元件的通量可能在+25%~-15%的范围内变化。
- ² 测试条件：NaCl溶液浓度2,000 mg / L、操作压力225psi(1,551kpa)、温度77°F(25°C)、pH7.5和15%回收率。

| 型号 | 有效膜面积Ft ² (m ²) | 外壳 | 零件号 |
|-------------------|--|-----------|---------|
| MUNI-RO-365-FF | 365(33.9) | Full-Fit* | 1231650 |
| MUNI-RO-365-WT-FF | 365(33.9) | Full-Fit* | 1266770 |
| MUNI-RO-400 | 400(37.2) | 玻璃钢 | 1233002 |
| MUNI-RO-400-WT | 400(37.2) | 玻璃钢 | 1266769 |

膜元件尺寸图 平头



尺寸和重量

| 型号 ¹ | 尺寸(cm) | | | 封装 |
|-------------------|--------------|----------------|----------------|------------|
| | A | B ² | C ³ | 重量lbs (kg) |
| MUNI-RO-365-FF | 40.0 (101.6) | 1.125(2.86) | 7.9(20.1) | 32(14.5) |
| MUNI-RO-365-WT-FF | 40.0 (101.6) | 1.125(2.86) | 7.9(20.1) | 35(16.0) |
| MUNI-RO-400 | 40.0 (101.6) | 1.125(2.86) | 7.9(20.1)* | 32(14.5) |
| MUNI-RO-400-WT | 40.0 (101.6) | 1.125(2.86) | 7.9(20.1) | 35(16.0) |

- ¹ 如无特殊标明湿膜封装，则一律采用干式运输。
- ² 如无特殊标明OD(外部直径),则一律为内部直径。
- ³ 在GE压力容器中,膜元件直径(尺寸C)设计的性能最佳。其他压力容器尺寸和容许偏差可能导致旁流过大和性能下降。



操作及化学清洗参数

| | |
|----------|--|
| 一般操作压力 | 200psig(1,379kPa) |
| 一般操作通量 | 10-20GFD(15-35LMH) |
| 最大压力 | 600 psig(4.137kPa) |
| 最高温度 | 操作: 122°F(50°C) 清洗: 122°F(50°C) |
| 最小进水容量 | 30 gpm(6.8 m ³ / hr) |
| 推荐pH值 | 操作pH范围: 4.0-11.0 清洗pH范围: 2.0-11.5 |
| 推荐最大压差 | 单只膜元件: 12 psig (83kPa) 单只膜壳: 50 psig (345kPa) |
| 耐氯性 | 1,000 ppm hrs 建议去除余氯 |
| 进水 | NTU<1 SDI<5 |
| 推荐单支膜回收率 | <15% |



2.3.14 MUNI RO LE系列

市政饮用水膜元件

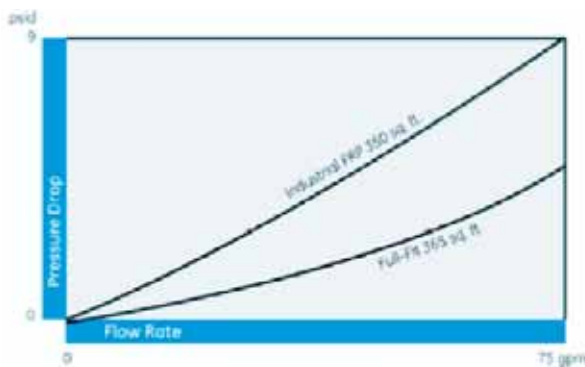
用于低压条件下生产市政饮用水的MUNI RO LE系列膜元件，能减少饮用水生产过程的操作费用。低压操作同样能够减少膜压缩，因此提高反渗透系统的效率。MUNI RO LE系列包含三种膜元件，考虑到节能和脱盐性能，膜元件采用两种不同的外壳。

Full-Fit™结构或玻璃钢外壳

由于应用领域的不同，一种设计不能够满足所有要求。MUNI RO LE系列膜元件提供独特的，膜面积为365平方英尺的Full-Fit™结构膜元件或标准玻璃钢外壳元件作为解决问题的方案，尽管玻璃钢外壳的截留性能更高，但创新Full-Fit™设计紧贴压力容器内壁，因此去除了容易产生细菌和粘性物质的死水区，并且能够更快更完整的清洗。除卫生的特性外，采用Full-Fit™设计的膜元件上的压降明显低于采用标准玻璃钢外壳的膜元件上的压降(图1)，因此可以节约大量能量。

MUNI RO LE系列膜元件通过美国国家卫生基金会检测和认证。

MUNI RO LE系列膜元件通过100%湿法测试质量保证。



压差-流率图

膜元件规范

| 膜的种类 | 三层复合膜(TFMTM) | | |
|----------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 型号 | 产水量gpd(m ³ /d) | 平均脱盐率(NaCl) ^{1,2} | 最小脱盐率(NaCl) ^{1,2} |
| MUNI-RO-350-LE-WT | 9,200(34.8) | 99.0% | 98.0% |
| MUNI-RO-365-LE-WT-FF | 9,600(36.3) | 98.5% | 98.0% |
| MUNI-RO-400-LE-WT | 10,500(39.7) | 99.0% | 98.0% |

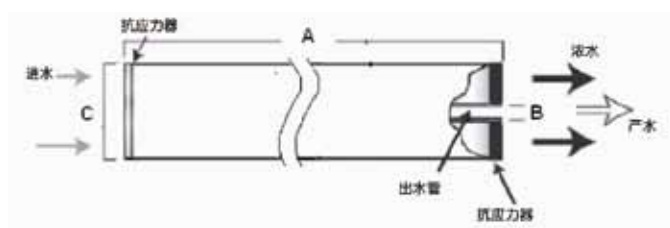


¹ 测试24小时后的平均脱盐率。单支膜元件的通量可能在+25%~-15%的范围内变化。

² 测试条件：NaCl溶液浓度500mg / L、操作压力115psi(792.9kpa)、温度77°F(25°C)、pH7.5和15%回收率。

| 型号 ¹ | 有效膜面积Ft ² (m ²) | 外壳 | 零件号 |
|----------------------|--|-----------|---------|
| MUNI-RO-350-LE-WT | 350(32.5) | 玻璃钢 | 1266771 |
| MUNI-RO-365-LE-WT-FF | 365(33.9) | Full-Fit* | 1266803 |
| MUNI-RO-400-LE-WT | 400(37.2) | 玻璃钢 | 1260802 |

膜元件尺寸图 平头



尺寸和重量

| 型号 ¹ | 尺寸(cm) | | | 封装 |
|----------------------|--------------|----------------|----------------|------------|
| | A | B ² | C ³ | 重量lbs (kg) |
| MUNI-RO-350-LE-WT | 40.0 (101.6) | 1.125(2.86) | 7.9(20.1) | 35(16.0) |
| MUNI-RO-365-LE-WT-FF | 40.0 (101.6) | 1.125(2.86) | 7.9(20.1) | 35(16.0) |
| MUNI-RO-400-LE-WT | 40.0 (101.6) | 1.125(2.86) | 7.9(20.1) | 35(16.0) |

¹ 膜元件采用湿式运输。

² 如无特殊标明OD(外部直径),则一律为内部直径。

³ 在GE压力容器中,膜元件直径(尺寸C)设计的性能最佳。其他压力容器尺寸和容许偏差可能导致旁流过大和性能下降。



操作和在线清洗参数

| | |
|----------|--|
| 一般操作压力 | 110psig(758kPa) |
| 一般操作通量 | 10-20GFD(15-35LMH) |
| 最大压力 | 400 psig(2.758kPa) |
| 最高温度 | 操作: 112°F(50°C) 清洗: 112°F(50°C) |
| 最小进水容量 | 30 gpm(6.8 m ³ / hr) |
| 推荐pH值 | 操作pH范围: 4.0-11.0 清洗pH范围: 2.0-11.5 |
| 推荐最大压差 | 单只膜元件: 12 psig (83kPa) 单只膜壳: 50 psig (345kPa) |
| 耐氯性 | 1000 ppm hrs 建议去除余氯 |
| 进水 | NTU<1 SDI<5 |
| 推荐单支膜回收率 | <15% |



2.3.15 OSMO BEV反渗透(RO)系列

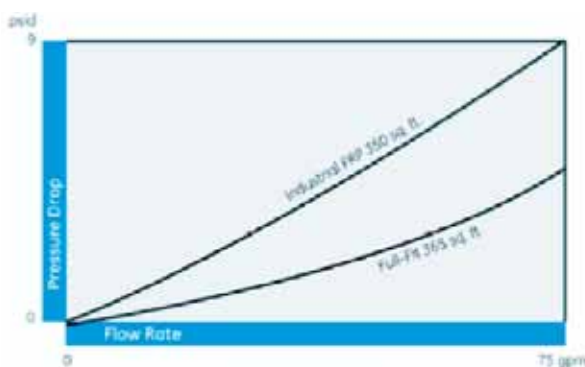
饮料和瓶装水生产膜元件

OSMO BEV反渗透(RO)膜元件可用于饮料厂生产固含量极低的水，该水可用于生产纯水、茶叶、低纳 / 无纳产品和碳酸软饮料。OSMO BEV反渗透(RO)膜元件可以生产具有较低硬度、碱度和氯化钠的处理水，也可用于高固含量进水流程采用的膜元件。

OSMO BEV反渗透(RO)膜元件通过美国国家卫生基金会检测和认证。

采用Full-Fit™设计，OSMO BEV反渗透(RO)元件不会出现玻璃钢外壳元件中出现的死水区，该区域会滋生细菌。OSMO BEV反渗透(RO)膜元件在膜壳内部装有与内径相吻合的冲洗装置，可以产生自净效果。与工业玻璃钢外壳元件相比，该设计同样能够降低系统的运行压力，因此增加系统运行的经济性。

OSMO BEV反渗透(RO)膜元件通过100%湿法测试质量保证，而且具有干式、湿式和低能耗三种型号。



压差-流率图

膜元件规范

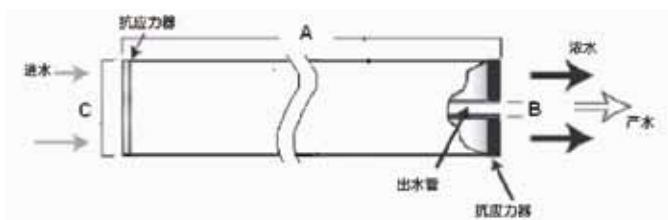
| 膜的种类 | 三层复合膜(TFM™) | | |
|-------------------|--------------|----------------------------|----------------------------|
| 型号 | 产水量gpd(m³/d) | 平均脱盐率(NaCl) ^{1,2} | 最小脱盐率(NaCl) ^{1,2} |
| MUNI-RO-365-FF | 9600(36.3) | 99.0% | 98.5% |
| MUNI-RO-365-WT-FF | 9600(36.3) | 99.0% | 98.5% |
| MUNI-RO-400 | 10.500(39.7) | 99.5% | 99.0% |
| MUNI-RO-400-WT | 10.500(39.7) | 99.5% | 99.0% |



- ¹ 测试24小时后的平均脱盐率。单支膜元件的通量可能在+25%~-15%的范围内变化。
- ² 测试条件：NaCl溶液浓度2,000mg / L、操作压力225psi(1,551kpa)、温度77°F(25°C)、pH7.5和10%回收率。
- ³ 测试条件：NaCl溶液浓度500mg / L、操作压力115psi(793kpa)、温度77°F(25°C)、pH7.5和10%回收率。

| 型号 ¹ | 有效膜面积Ft ² (m ²) | 外壳 | 零件号 |
|----------------------|--|-----------|---------|
| OSMO-BEV-RO-FF | 365(33.9) | Full-Fit* | 1233032 |
| OSMO-BEV-RO-WT-FF | 365(33.9) | Full-Fit* | 1266767 |
| OSMO-BEV-RO-LE-WT-FF | 365(33.9) | Full-Fit* | 3027042 |

膜元件尺寸图 平头



尺寸和重量

| 型号 ¹ | 尺寸(cm) | | | 封装 |
|----------------------|--------------|----------------|----------------|------------|
| | A | B ² | C ³ | 重量lbs (kg) |
| OSMO-BEV-RO-FF | 40.0 (101.6) | 1.125(2.86) | 7.9(20.1) | 32(14.5) |
| OSMO-BEV-RO-WT-FF | 40.0 (101.6) | 1.125(2.86) | 7.9(20.1) | 35(16.0) |
| OSMO-BEV-RO-LE-WT-FF | 40.0 (101.6) | 1.125(2.86) | 7.9(20.1) | 35(16.0) |

- ¹ 如无特殊标明湿膜封装，则一律采用干式运输。
- ² 如无特殊标明OD(外部直径),则一律为内部直径。
- ³ 在GE压力容器中,膜元件直径(尺寸C)设计的性能最佳。其他压力容器尺寸和容许偏差可能导致旁流过大和性能下降。



操作和在线清洗参数

| | |
|--------|---|
| 一般操作压力 | OSMO BEV反渗透: 200psig(1,379kPa) ¹ |
| | OSMO BEV反渗透LE: 110psig(758kPa) ² |
| 一般操作通量 | 10-20GFD(15-35LMH) |
| 最大压力 | OSMO BEV RO: 600psig(4,137kPa) ¹ OSMO BEV RO LE: 400psig(2,758kPa) ¹ |
| 最高温度 | 操作: 122°F(50°C) |
| 最小进水流量 | 清洗: 122°F(50°C) 30 gpm(6.8 m ³ / hr) |
| 推荐pH值 | 操作pH范围: 4.0-11.0 清洗pH范围: 2.0-11.5 |
| 推荐最大压差 | 单只膜元件: 12 psig (83kPa) 单只膜壳: 50 psig (345kPa) |
| 耐氯性 | 1,000 ppm hrs 建议去除余氯 |
| 进水 | NTU<1 SDI<5 |

¹ OSMO BEV反渗透和OSMO BEV反渗透湿膜元件。

² OSMO BEV反渗透LE湿膜元件。



2.3.16 OSMO PHARMA膜元件

制药级网状外壳反渗透(RO)膜元件

所有OSMO PHARMA膜元件

- 采用美国食品及药物管理局允许的材料制造
- 所有材料通过Class VI检测
- 采用网状缠绕设计
- 装备一根316L不锈钢电抛光渗透管
- 采用湿法检测性能完整性
- 运输时遵循相关认证

膜元件规范

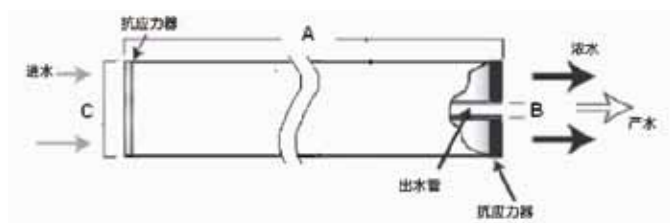
| 膜的种类 三层复合膜(TFM™) | | | |
|----------------------------|--------------|----------------------------|----------------------------|
| 型号 | 产水量gpd(m³/d) | 平均脱盐率(NaCl) ^{1,2} | 最小脱盐率(NaCl) ^{1,2} |
| OSMO-PHARMA -RO-4040-FF | 2,200(8.3) | 99.0% | 98.0% |
| OSMO-PHARMA -RO-365-FF | 9,600(36.3) | 99.0% | 98.0% |

¹ 测试24小时后的平均脱盐率。单支膜元件的通量可能在+25%~-15%的范围内变化。

² 测试条件：NaCl溶液浓度2,000mg / L、操作压力225psi(1,551kpa)、温度77°F(25°C)、pH7.5和10%回收率。

| 型号 ¹ | 有效膜面积Ft²(m²) | 外壳 | 零件号 |
|------------------------|--------------|-----------|---------|
| OSMO-PHARMA-RO-4040-FF | 83(7.7) | Full-Fit* | 1233036 |
| OSMO-PHARMA-RO-365-FF | 365(33.9) | Full-Fit* | 1233035 |

膜元件尺寸图 平头





尺寸和重量

| 型号 ¹ | 尺寸(cm) | | | 封装 |
|------------------------|--------------|----------------|----------------|------------|
| | A | B ² | C ³ | 重量lbs (kg) |
| OSMO-PHARMA-RO-4040-FF | 40.0 (101.6) | 0.775(1.97) | 4.0(10.2) | 8(3.5) |
| OSMO-PHARMA-RO-365-FF | 40.0 (101.6) | 1.125(2.86) | 7.9(20.1) | 32(14.5) |

¹ 膜元件采用干膜运输。

² 如无特殊标明OD(外部直径),则一律为内部直径。

³ 在GE压力容器中,膜元件直径(尺寸C)设计的性能最佳。其他压力容器尺寸和容许偏差可能导致旁流过大和性能下降。

操作和在线清洗参数

| | |
|--------|---|
| 一般操作压力 | 200psig(1,379kPa) |
| 一般操作通量 | 10-20GFD(15-35LMH) |
| 最大压力 | 600psig(4.137kPa) |
| 最高温度 | 操作: 122°F(50°C) 清洗: 122°F(50°C) |
| 推荐pH值 | 最高脱盐率PH范围:7.0-7.5 操作pH范围: 4.0-11.0 清洗pH范围: 2.0-11.5 |
| 推荐最大压差 | 单只膜元件: 12 psig (83kPa) 单只膜壳: 50 psig (345kPa) |
| 耐氯性 | 1,000 ppm hrs 建议去除余氯 |
| 进水 | NTU<1 SDI<5 |



2.3.17 PRO RO HR系列

极高脱盐率苦咸水淡化膜元件

PRO RO HR系列膜元件能够广范适用于苦咸水淡化，对于生产要求极高脱盐率和高产水质量的产品，是一个很好的选择。它们均采用专利聚酰胺膜，在操作压力低至150psi时仍能具备高脱盐率。这种膜元件被推荐用于盐浓度为1,000-10,000mg / L，或者需要极高脱盐率的苦咸水。PRO RO HR系列系列膜元件采用玻璃钢外壳和平头连接。

膜元件规范

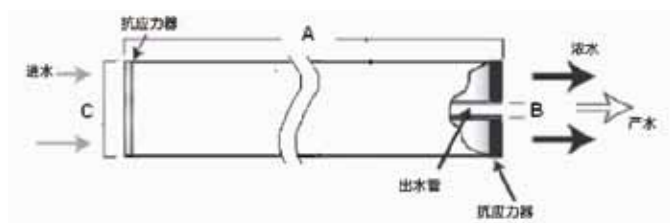
| 膜的种类 三层复合膜(TFMTM) | | | |
|-------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 型号 | 产水量gpd(m ³ /d) | 平均脱盐率(NaCl) ^{1,2} | 最小脱盐率(NaCl) ^{1,2} |
| PRO-RO-365-HR-WT | 9,500(36.0) | 99.7% | 99.2% |
| PRO-RO-400-HR-WT | 10,200(38.6) | 99.7% | 99.2% |
| PRO-RO-430-HR-WT | 11,000(41.6) | 99.7% | 99.2% |

¹ 测试24小时后的平均脱盐率。单支膜元件的通量可能在+25%~-15%的范围内变化。

² 测试条件：NaCl溶液浓度2,000mg / L、操作压力225psi(1,551kpa)、温度77°F(25°C)、pH7.0和10%回收率。

| 型号 ¹ | 有效膜面积Ft ² (m ²) | 外壳 | 零件号 |
|------------------|--|-----|---------|
| PRO-RO-365-HR-WT | 365(33.9) | 玻璃钢 | 1262701 |
| PRO-RO-400-HR-WT | 400(37.2) | 玻璃钢 | 3006198 |
| PRO-RO-430-HR-WT | 430(39.9) | 玻璃钢 | 3021590 |

膜元件尺寸图 平头





尺寸和重量

| 型号 ¹ | 尺寸(cm) | | | 封装 |
|-----------------|--------------|----------------|----------------|------------|
| | A | B ² | C ³ | 重量lbs (kg) |
| PRO-RO-HR-WT | 40.0 (101.6) | 1.125(2.87) | 7.9(20.1) | 32(16.0) |

¹ 膜元件采用湿膜封装。

² 如无特殊标明OD(外部直径),则一律为内部直径。

操作和在线清洗参数

| | |
|--------|---|
| 一般操作压力 | 200psig(1,380kPa) |
| 一般操作通量 | 10-20GFD(15-35LMH) |
| 最大压力 | 600psig(4.137kPa) |
| 最高温度 | 操作: 122°F(50°C) 清洗: 122°F(50°C) |
| 推荐pH值 | 最高脱盐率PH范围:7.0-7.5 操作pH范围: 4.0-11.0 清洗pH范围: 2.0-11.5 |
| 推荐最大压差 | 单只膜元件: 12 psig (83kPa) 单只膜壳: 50 psig (345kPa) |
| 耐氯性 | 1,000 ppm hrs 建议去除余氯 |
| 进水 | NTU<1 SDI<5 |



2.3.18 PRO RO HR LE系列

高脱盐率超低压苦咸水淡化膜元件

PRO RO HR LE系列膜元件能够广范适用于苦咸水淡化，对于生产高脱盐率和高产水质量的产品，同时要求低能耗时，是一个很好的选择。它们均采用专利聚酰胺膜，在操作压力低至90psi时仍能具备高脱盐率。这种膜元件被推荐用于盐浓度低于1,000mg / L的苦咸水。另外，PRO RO HR LE系列膜元件在更低的压力下能达到与标准苦咸水淡化膜元件接近的产水质量。PRO RO HR LE系列膜元件采用玻璃钢外壳和平头连接。

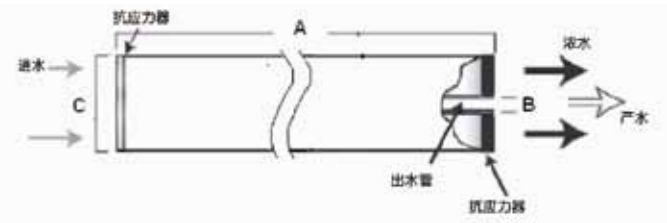
膜元件规范

| 膜的种类 三层复合膜(TFM™) | | | |
|---------------------|--------------|----------------------------|----------------------------|
| 型号 | 产水量gpd(m³/d) | 平均脱盐率(NaCl) ^{1,2} | 最小脱盐率(NaCl) ^{1,2} |
| PRO-RO-400-HR-LE-WT | 10,200(38.6) | 99.5% | 99.0% |
| PRO-RO-430-HR-LE-WT | 11.000(41.6) | 99.5% | 99.0% |

¹ 测试24小时后的平均脱盐率。单支膜元件的通量可能在+25%~-15%的范围内变化。
² 测试条件：NaCl溶液浓度500mg / L、操作压力115psi(862kpa)、温度77°F(25°C)、pH7.0和15%回收率。

| 型号 ¹ | 有效膜面积Ft²(m²) | 外壳 | 零件号 |
|---------------------|--------------|-----|---------|
| PRO-RO-400-HR-LE-WT | 400(37.2) | 玻璃钢 | 3021566 |
| PRO-RO-430-HR-LE-WT | 430(39.9) | 玻璃钢 | 3021567 |

膜元件尺寸图 平头





尺寸和重量

| 型号 ¹ | 尺寸(cm) | | | 封装 |
|------------------|--------------|----------------|----------------|------------|
| | A | B ² | C ³ | 重量lbs (kg) |
| PRO-RO-HR-LE-WT1 | 40.0 (101.6) | 1.125(2.87) | 7.9(20.1) | 35(16.0) |

¹ 膜元件采用湿膜封装。

² 如无特殊标明OD(外部直径),则一律为内部直径。

操作和在线清洗参数

| | |
|--------|---|
| 一般操作压力 | 120psig(830kPa) |
| 一般操作通量 | 10-20GFD(15-35LMH) |
| 最大压力 | 400psig(2.758kPa) |
| 最高温度 | 操作: 122°F(50°C) 清洗: 122°F(50°C) |
| 推荐pH值 | 最高脱盐率PH范围:7.0-7.5 操作pH范围: 4.0-11.0 清洗pH范围: 2.0-11.5 |
| 推荐最大压差 | 单只膜元件: 12 psig (83kPa) 单只膜壳: 50 psig (345kPa) |
| 耐氯性 | 1,000 ppm hrs 建议去除余氯 |
| 进水 | NTU<1 SDI<5 |



2.3.19 PRO RO HR LF系列

高脱盐率抗污染膜元件

PRO FIG HR LF膜元件是新产品，应用于有高污染(中水回用、污染处理)的苦咸水淡化。PRO RO HR LF膜元件被推荐用于难处理的进水和不同种类的反渗透系统，来防止膜污堵、降低能量消耗、增加膜寿命和延长清洗操作时间，因此，减少了化学药剂消耗的费用。

PRO RO HR LF系列膜元件采用玻璃钢外壳和平头连接。

膜元件规范

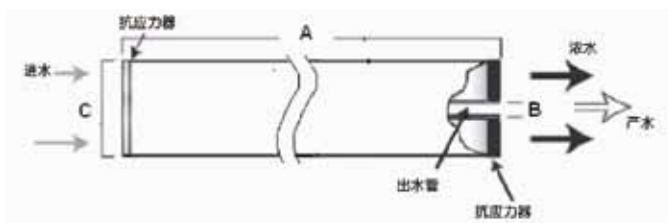
| 膜的种类 三层复合膜(TFMTM) | | | |
|---------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 型号 | 产水量gpd(m ³ /d) | 平均脱盐率(NaCl) ^{1,2} | 最小脱盐率(NaCl) ^{1,2} |
| PRO-RO-370-HR-LF-WT | 9,500(36.0) | 99.7% | 99.0% |
| PRO-RO-400-HR-LF-WT | 10,200(38.6) | 99.7% | 99.0% |

¹ 测试24小时后的平均脱盐率。单支膜元件的通量可能在+25%~-15%的范围内变化。

²测试条件：NaCl溶液浓度500mg / L、操作压力225psi(1550kpa)、温度77°F(25°C)、pH7.5和15%回收率。

| 型号 ¹ | 有效膜面积Ft ² (m ²) | 外壳 | 零件号 |
|---------------------|--|-----|---------|
| PRO-RO-370-HR-LF-WT | 370(34.4) | 玻璃钢 | 3021568 |
| PRO-RO-400-HR-LF-WT | 400(37.2) | 玻璃钢 | 3021569 |

膜元件尺寸图 平头





尺寸和重量

| 型号 ¹ | 尺寸(cm) | | | 封装 |
|-----------------|--------------|----------------|----------------|------------|
| | A | B ² | C ³ | 重量lbs (kg) |
| PRO-RO-HR-Lf-WT | 40.0 (101.6) | 1.125(2.87) | 7.9(20.1) | 35(16.0) |

¹ 膜元件采用湿膜封装。

² 如无特殊标明OD(外部直径),则一律为内部直径。

操作和在线清洗参数

| | |
|--------|---|
| 一般操作压力 | 200psig(1.379kPa) |
| 一般操作通量 | 10-15GFD(15-25LMH) |
| 最大压力 | 600psig(4.134kPa) |
| 最高温度 | 操作: 122°F(50°C) 清洗: 122°F(50°C) |
| 推荐pH值 | 最高脱盐率PH范围:7.0-7.5 操作pH范围: 4.0-11.0 清洗pH范围: 2.0-11.5 |
| 推荐最大压差 | 单只膜元件: 12 psig (83kPa) 单只膜壳: 50 psig (345kPa) |
| 耐氯性 | 1,000 ppm hrs 建议去除余氯 |
| 进水 | NTU<1 SDI<5 |



2.4 纳滤膜元件

2.4.1 CK系列

软化水纳滤(NF)膜元件(醋酸纤维)

C系列膜元件是三醋酸纤维 / 二醋酸纤维混合材质膜元件，与普通的醋酸纤维相比，三醋酸纤维 / 二醋酸纤维混合材质膜元件通量更高、机械稳定性更佳。与薄膜元件相比，C系列膜元件的单个膜元件成本更低、耐氯性更强。

CK纳滤膜元件应用于水的软化、脱色，并可以在有氯的作用下降低三卤代烷(THM)的含量。

膜元件规范

| 膜的种类 C系列 醋酸纤维 | | | |
|---------------|--|--|--|
| 型号 | 产水量gpd(m ³ /d) ¹ | 平均脱盐率(MgSO ₄) ^{1,2} | 最小脱盐率(MgSO ₄) ^{1,2} |
| CK2540FM30D | 600(2.3) | 97.0% | 94.0% |
| CK4040FM | 2,000(7.6) | 97.0% | 94.0% |
| CK8040F 365 | 9,000(34.1) | 97.0% | 94.0% |
| CK8040N | 9,000(34.1) | 97.0% | 94.0% |

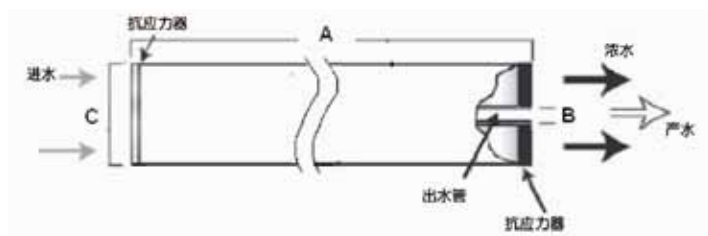
¹ 测试24小时后的平均脱盐率。单支膜元件的通量可能在+25%~-15%的范围内变化。

²测试条件：NaCl溶液浓度500mg / L、操作压力225psi(1550kpa)、温度77°F(25°C)、pH7.5和15%回收率。

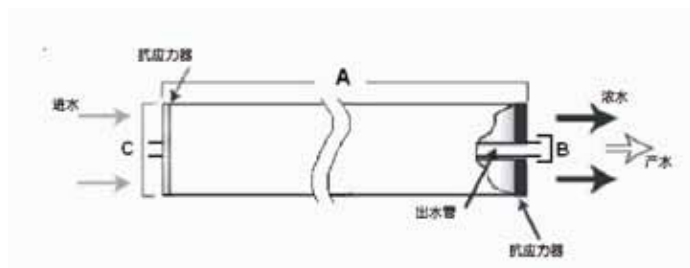
| 型号 ¹ | 有效膜面积Ft ² (m ²) | 外壳 | 零件号 |
|-----------------|--|-----|---------|
| CK2540FM30D | 27(2.5) | 玻璃钢 | 1231009 |
| CK4040FM | 90(8.4) | 玻璃钢 | 1233930 |
| CK8040F 365 | 365(33.9) | 玻璃钢 | 1233927 |
| CK8040N | 365(33.9) | 网状* | 1231792 |



膜元件尺寸图 平头



膜元件尺寸图 凸头



尺寸和重量

| 型号 ¹ | 尺寸(cm) | | | 封装 重量lbs (kg) |
|-----------------|--------------|----------------|----------------|------------------|
| | A | B ² | C ³ | |
| CK2540FM30D | 40.0 (101.6) | 0.75(1.90)OD | 2.4(6.1) | 5(2.3) |
| CK4040FM | 40.0 (101.6) | 0.75(1.90)OD | 3.9(9.9) | 8(3.5) |
| CK8040F 365 | 40.0 (101.6) | 1.125(2.86) | 7.9(20.1) | 32(14.5) |
| CK8040N | 40.0 (101.6) | 1.125(2.86) | 7.9(20.1) | 32(14.5) |

¹ 如无特殊标明OD(外部直径),则一律为内部直径。

² 膜元件采用干膜运输。

³ 在GE水处理及工艺过程处理压力容器中,膜元件直径(尺寸C)设计的性能最佳。其他压力容器尺寸和容许偏差可能导致旁流过大和性能下降。



操作和在线清洗参数

| | |
|--------|--|
| 一般操作压力 | 60-200psig(414-1,379kPa) |
| 一般操作通量 | 10-18GFD(17-30LMH) |
| 最大压力 | 450psig(3.103kPa) |
| 最高温度 | 操作: 86°F(30°C) 清洗: 86°F(30°C) |
| 推荐pH值 | 操作pH范围: 5.0-6.5 清洗pH范围: 3.0-8.0 |
| 推荐最大压差 | 单只膜元件: 12 psig (83kPa) 单只膜壳: 50 psig (345kPa) |
| 耐氯性 | 连续操作最大 1ppm 消毒30min 30ppm |
| 进水 | NTU<1 SDI<5 |



2.4.2 Duraslick™系列

抗污染纳滤(NF)膜元件

Duraslick™是针对易导致污堵的苦咸水淡化而设计的膜元件。Duraslick™采用了新型三层复合膜技术，其中中间层为专利层，该层具有极高的光滑度和高脱盐率。

独立研究表明，对于水质较差的进水，Duraslick™膜元件的脱盐作用优于标准聚胺卷式膜元件的脱盐作用。Duraslick™膜元件在翻新的现有系统中可以减少污堵、降低能耗、延长膜的使用寿命和清洗间隔时间，延长清洗时间间隔也意味着降低了化学药品费用。Duraslick™ HS膜元件是针对悬浮固体含量相对较高的进水而特别设计的。

膜元件规范

| 膜的种类 | 三层复合膜 (TFM™) | | |
|----------------------|---------------------------|--|--|
| 型号 | 产水量gpd(m³/d) ¹ | 平均脱盐率(MgSO ₄) ^{1,2} | 最小脱盐率(MgSO ₄) ^{1,2} |
| Duraslick NF 2540 | 690(2.6) | 98.6% | 96.0% |
| Duraslick NF 4040 | 2,200(8.3) | 98.6% | 96.0% |
| Duraslick NF 4040 HS | 1,700(5.7) | 98.6% | 96.0% |
| Duraslick NF 8040 | 10,200(38.6) | 98.6% | 96.0% |
| Duraslick NF 8040 HS | 7,600(23.1) | 98.6% | 96.0% |

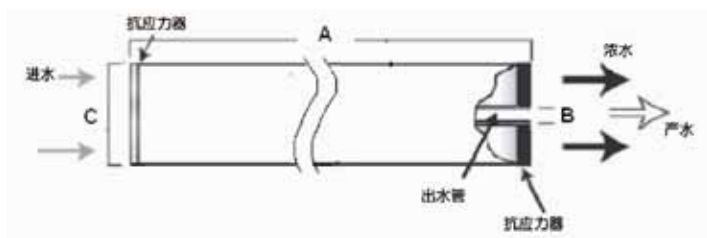
¹ 测试24小时后的平均脱盐率。单支膜元件的通量可能在+25%~-15%的范围内变化。

² 测试条件：MgSO₄溶液浓度2,000mg / L、操作压力100psig(690kpa)、温度77°F、PH7.5回收率15%。

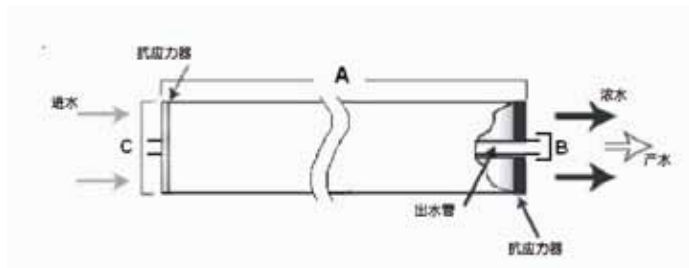
| 型号 | 进水流道Mil(mm) | 有效膜面积Ft²(m²) | 外壳 | 零件号 |
|----------------------|-------------|--------------|-----|---------|
| Duraslick NF 2540 | 30(0.76) | 24(2.2) | 玻璃钢 | 1234385 |
| Duraslick NF 4040 | 30(0.76) | 78(7.2) | 玻璃钢 | 1234307 |
| DuraslickNF 4040 HS | 35(0.89) | 60(5.6) | 玻璃钢 | 1234405 |
| Duraslick NF 8040 | 30(0.76) | 350(32.5) | 玻璃钢 | 1234182 |
| Duraslick NF 8040 HS | 35(0.89) | 263(24.4) | 玻璃钢 | 1234183 |



膜元件尺寸图 平头



膜元件尺寸图 凸头



尺寸和重量

| 型号 ¹ | 尺寸(cm) | | | 封装重量lbs (kg) |
|----------------------|--------------|----------------|----------------|--------------|
| | A | B ² | C ³ | |
| Duraslick NF 2540 | 40.0 (101.6) | 0.75(1.90)OD | 2.4(6.1) | 5(2.3) |
| Duraslick NF 4040 | 40.0 (101.6) | 0.75(1.90)OD | 3.9(9.9) | 8(3.5) |
| DuraslickNF 4040 HS | 40.0 (101.6) | 0.75(1.90)OD | 3.9(9.9) | 8(3.5) |
| Duraslick NF 8040 | 40.0 (101.6) | 1.125(2.86) | 7.9(20.0) | 32(14.5) |
| Duraslick NF 8040 HS | 40.0 (101.6) | 1.125(2.86) | 7.9(20.0) | 32(14.5) |

¹ 如无特殊标明OD(外部直径),则一律为内部直径。

² 膜元件采用干膜运输。

³ 在GE水处理及工艺过程处理压力容器中,膜元件直径(尺寸C)设计的性能最佳。其他压力容器尺寸和容许偏差可能导致旁流过大和性能下降。



操作和在线清洗参数

| | |
|--------|--|
| 一般操作压力 | Duraslick NF:100psig(690kPa) |
| 一般操作通量 | 10-15GFD(15-25LMH) |
| 最大压力 | 600psig(4.137kPa) |
| 最高温度 | 操作: 122°F(50°C) Duraslick NF清洗: 104°F(40°C) |
| 推荐pH值 | Duraslick NF: 操作pH范围: 3.0 9.0 清洗pH范围: 2.0 10.5 |
| 推荐最大压差 | 单只膜元件: 12 psig (83kPa) 单只膜壳: 50 psig (345kPa) |
| 耐氯性 | 500ppm hrs 建议去除余氯 |
| 进水 | NTU<1 SDI<5 |



2.4.3 Duratherm HWS系列

热水消毒纯水膜元件描述和应用

Duratherm HWS系列包括反渗透(RO)、纳滤(NF)和超滤(UF)膜元件。该系列在热水消毒工业中，以无化学制剂消毒的方法对保持产品质量和保证工业相关标准具有很大的优势。

分离系统消毒建议：间隔暴露在温度高达90°C，并采用最小的进水压力，通过对蛋白链进行改性和凝固来消灭微生物。

Duratherm HWS NF适用于水净化分离系统，在温度高达122°F(50°C)，但无悬浮固体存在的低错流环境中仍能保持可靠的性能。

该系列元件的直径尺寸包括：8"，4" 和2.5"。

所有膜元件具有Durasan笼状外壳，聚乙烯ATD和中心流道。

特性和优势

- EUB,c瓶装水认证
- 消灭细菌
- 预防生物污堵
- 无报废成本
- 100%湿法测试质量保证
- 持久耐用的结构
- 产水侧消毒

市场

- 食品 / 饮料
- 生物药剂
- 医疗 / 透析
- 电子工业
- 化工工业



膜元件规范

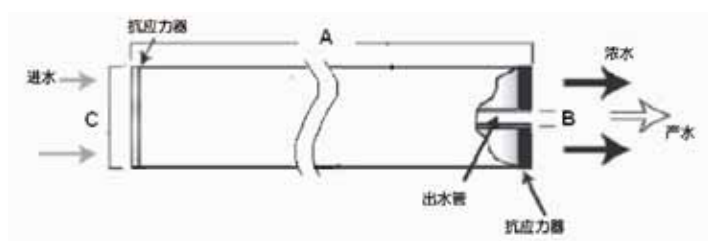
| 膜的种类 | A系列，三层复合膜(TFM™) ^{a,b} D系列，三层复合膜(TFM™) ^c P系列，聚醚砜 ^d | | |
|---|--|---------------------------------|---------------|
| a=HWS RO-HR， b=HWS RO， c=HWS NF， d=HWS UF | | | |
| 型号 | 最大产水量gpd (m ³ /h) | 平均脱盐率gpd (m ³ /d) | 最小脱盐率 MWCO |
| Duratherm HWS NF2540 HF ^{1,2} | 4(0.9) | 680(2.6) | 98.6% |
| Duratherm HWS NF4040 HF ^{1,2} | 20(4.5) | 2,400(9.1) | 98.6% |
| Duratherm HWS NF8040 HF ^{1,2} | 65(14.8) | 9,800(37.1) | 98.6% |

¹ 测试条件: 在热水消毒预处理后, MgSO₄溶液浓度2,000ppm、操作压力100psig(690kPa)、温度77°F、pH 7.5、回收率15%。

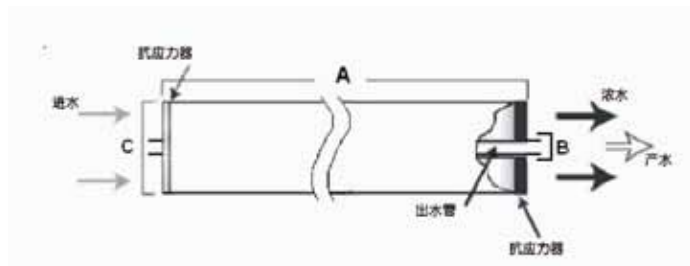
² 最终流速取决于单个温度曲线图。在大多数情况下, 经过热水消毒预处理后, 流速会在名义流速的-15%~+25%的范围内变化。

| 型号 | 有效膜面积Ft ² (m ²) | 外壳 | 零件号 |
|-------------------------|--|-----------|---------|
| Duratherm HWS NF2540 HF | 25(2.3) | 卫生级(Cage) | 1263452 |
| Duratherm HWS NF4040 HF | 88(8.2) | 卫生级(Cage) | 1263437 |
| Duratherm HWS NF8040 HF | 355(33.0) | 卫生级(Cage) | 1262377 |

膜元件尺寸图 平头



膜元件尺寸图 凸头





热水消毒的有关建议:

为达到最佳效果，应始终按照GE水处理及工艺过程处理认可的CIP就地清洗程序，并在消毒之前使用防污堵水进行冲洗。消毒时，进水压力不应超过40psi(275kPa)，错流引起的单只膜元件压降不应大于2psi(14kPa)。消毒时，升温 and 冷却速率不应大于5°C / 分钟。最高消毒温度为90°C。

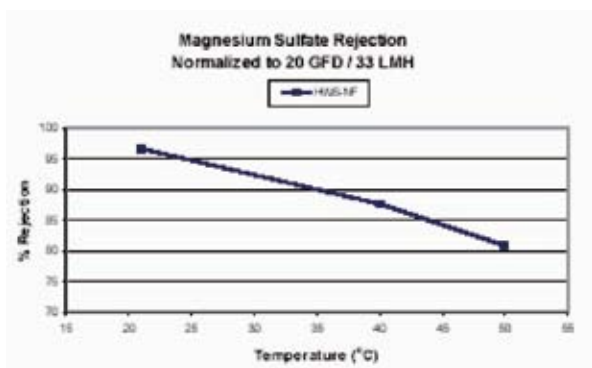


图4: HWS NF HF 膜元件的MgSO₄的脱盐率

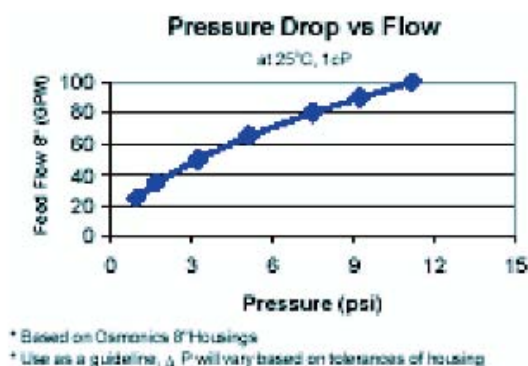


图7: HWS 8040 膜元件的压差

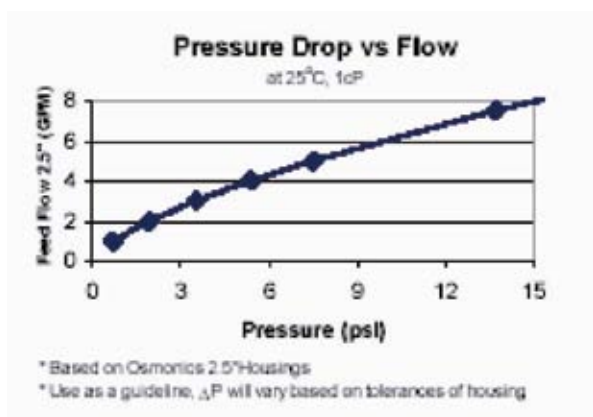


图5: HWS 2540 膜元件的压差

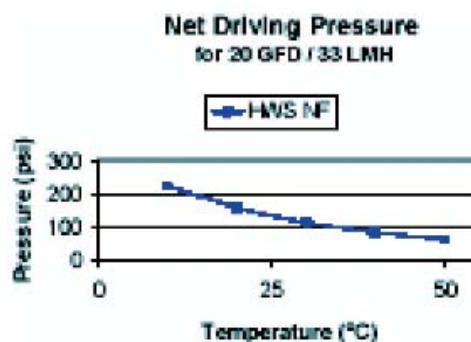


图10: HWS NF HF 膜元件的净驱动力

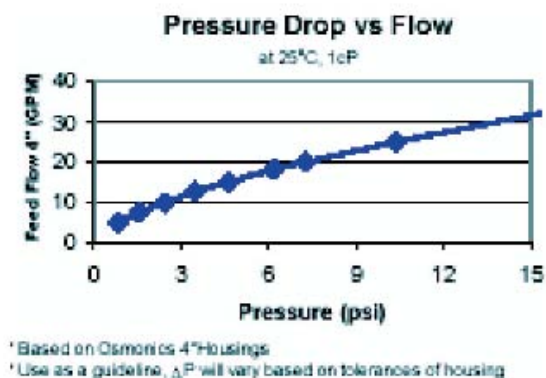


图6: HWS 4040 膜元件的压差



2.4.4 HL系列

软化水纳滤(NF)膜元件

H系列专利复合纳滤膜元件对不带电有机分子的截留分子量为150-300道尔顿。二价和多价盐离子的截留率取决于进水浓度和组成。

HL纳滤膜元件主要用于水的软化、脱色，和减少三卤代烷(THM)前驱物等。

膜元件性能规范

| 膜的种类 H系列, 三层复合膜 (TFM™) | | | |
|------------------------|--|--|--|
| 型号 | 产水量gpd(m ³ /d) ¹ | 平均脱盐率(MgSO ₄) ^{1,2} | 最小脱盐率(MgSO ₄) ^{1,2} |
| HL 2540 FM | 780(3.0) | 98.0% | 96.0% |
| HL 2540 TM | 780(3.0) | 98.0% | 96.0% |
| HL 4040 FM | 2,400(9.1) | 98.0% | 96.0% |
| HL 4040 TM | 2,400(9.1) | 98.0% | 96.0% |
| HL 8040F365 | 10,800(40.9) | 98.0% | 96.0% |
| HL 8040F | 11,500(43.5) | 98.0% | 96.0% |
| HL 8040N | 10,100(38.2) | 97.5% | 96.0% |

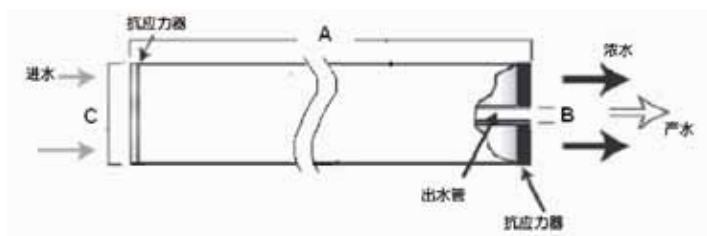
¹ 测试24小时后的平均脱盐率。单支膜元件的通量可能在+25%~-15%的范围内变化。

² 测试条件: MgSO₄溶液浓度2,000mg / L、操作压力100psig(690kpa)、温度77°F(25°C)、PH7.5 回收率15%。

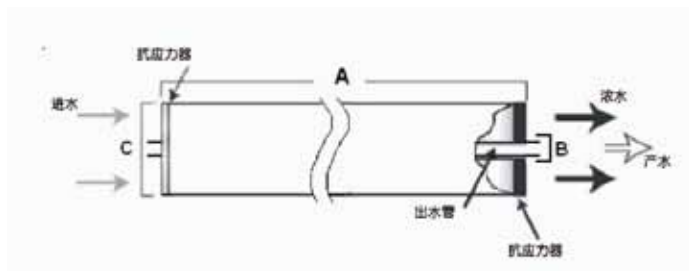
| 型号 | 有效膜面积Ft ² (m ²) | 外壳 | 零件号 |
|-------------|--|-----|---------|
| HL 2540 FM | 27(2.5) | 玻璃钢 | 1207230 |
| HL 2540 TM | 27(2.5) | 胶带 | 1207231 |
| HL 4040 FM | 89(8.2) | 玻璃钢 | 1207236 |
| HL 4040 TM | 89(8.2) | 胶带 | 1220990 |
| HL 8040F365 | 365(33.9) | 玻璃钢 | 1266702 |
| HL 8040F | 400(37.2) | 玻璃钢 | 1207240 |
| HL 8040N | 350(32.5) | 网状 | 1231793 |



膜元件尺寸图 平头



膜元件尺寸图 凸头



尺寸和重量

| 型号 ¹ | 尺寸(cm) | | | 封装重量lbs (kg) |
|-----------------|-------------|----------------|----------------|--------------|
| | A | B ² | C ³ | |
| HL 2540 FM | 40.0(101.6) | 0.75(1.90)OD | 2.4(6.1) | 5(2.3) |
| HL 2540 TM | 40.0(101.6) | 0.75(1.90)OD | 2.4(6.1) | 5(2.3) |
| HL 4040 FM | 40.0(101.6) | 0.75(1.90)OD | 3.9(9.9) | 8(3.5) |
| HL 4040 TM | 40.0(101.6) | 0.75(1.90)OD | 3.9(9.9) | 8(3.5) |
| HL 8040F365 | 40.0(101.6) | 1.125(2.86) | 7.9(20.1) | 32(14.5) |
| HL 8040F | 40.0(101.6) | 1.125(2.86) | 7.9(20.1) | 32(14.5) |
| HL 8040N | 40.0(101.6) | 1.125(2.86) | 7.9(20.1) | 32(14.5) |

¹ 膜元件采用干膜运输。

² 如无特殊标明OD(外部直径),则一律为内部直径。

³ 在GE水处理及工艺过程处理压力容器中,膜元件直径(尺寸C)设计的性能最佳。其他压力容器尺寸和容许偏差可能导致旁流过大和性能下降。



操作和在线清洗参数

| | |
|--------|---|
| 一般操作压力 | 70-300psig(483-2,069kPa) |
| 一般操作通量 | 10-20GFD(15-35LMH) |
| 最大压力 | 胶带: 450psig(3,103kPa) 其他外壳: 600psig(4,140kPa) |
| 最高温度 | 操作: 122°F(50°C) 清洗: 104°F(40°C) |
| 推荐pH值 | 最高脱盐率pH范围:6.0-7.0, 操作pH范围: 3.0-9.0 清洗pH范围: 2.0-10.5 |
| 推荐最大压差 | 单只膜元件: 12 psig (83kPa) 单只膜壳: 50 psig (345kPa) |
| 耐氯性 | 1000ppm hrs 建议去除余氯 |
| 进水 | NTU<1 SDI<5 |



2.4.5 MUNI纳滤(NF)系列

市政饮用水膜元件

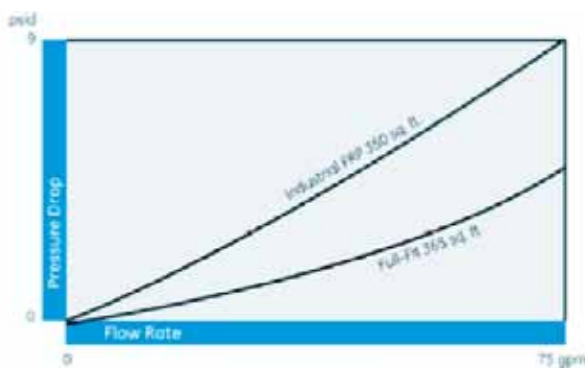
GE水处理及工艺过程处理生产的MUNI以内滤 (NF)系列作为标准反渗透处理的一种替代物，具有操作压力低、价格低廉的特点。最终产品能免于任何生物物质的损宫，具有去除硬度、脱色、去除有机污染物(如THM前驱物)的特点。MUNI纳滤(NF)系列包含两个膜元件，考虑到节能和脱盐性能，分别采用两种不同外壳。

Full-Fit™结构或玻璃钢外壳

由于应用领域的不同，一种设计不能够满足所有要求。MUNI纳滤(NF)系列提供独特的，膜面积为365平方英尺的Full-Fit™ 结构膜元件或标准玻璃钢外壳元件作为解决问题的方案，尽管玻璃钢外壳的截留性能更高，但创新Full-Fit™设计紧贴压力容器内壁，因此去除了容易产生细菌和粘性物质的死水区，并且能够更快更完整的清洗。除卫生的特性外，采用Full-Fit™设计的膜元件上的压明显低于采用标准玻璃钢外壳的膜元件上的压降(图1)，因此可以节约大量能量。

MUNI以内滤(NF)系列膜元件通过美国国家卫生基金会检测和认证。

MUNI纳滤(NF)膜元件通过100%湿法测试质量保证。



压差-流率图



膜元件性能规范

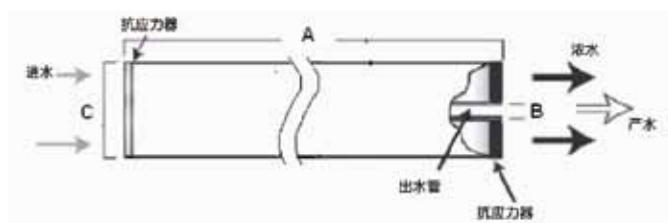
| 膜的种类 H系列, 三层复合膜 (TFM™) | | |
|------------------------|--|--|
| 型号 | 产水量gpd(m ³ /d) ¹ | 平均脱盐率(MgSO ₄) ^{1,2} |
| MUNI-NF-365 | 10,800(40.9) | 98.0% |
| MUNI-NF-365-FF | 11,500(41.6) | 98.0% |
| MUNI-NF-400 | 10,500(43.5) | 98.0% |

¹ 测试24小时后的平均脱盐率。单支膜元件的通量可能在+25%~-15%的范围内变化。

² 测试条件: MgSO₄溶液浓度2,000mg / L、操作压力100psig(690kpa)、温度77°F(25°C)、PH7.5 回收率15%。

| 型号 | 有效膜面积Ft ² (m ²) | 外壳 | 零件号 |
|----------------|--|-----------|---------|
| MUNI-NF-365 | 365(33.9) | 玻璃钢 | 1268130 |
| MUNI-NF-365-FF | 365(33.9) | Full-Fit* | 1233005 |
| MUNI-NF-400 | 400(37.2) | 玻璃钢 | 1242400 |

膜元件尺寸图 平头



尺寸和重量

| 型号 ¹ | 尺寸(cm) | | | 封装 |
|-----------------|--------------|----------------|----------------|------------|
| | A | B ² | C ³ | 重量lbs (kg) |
| MUNI-NF-365 | 40.0 (101.6) | 1.125(2.86) | 7.9(20.1) | 32(14.5) |
| MUNI-NF-365-FF | 40.0 (101.6) | 1.125(2.86) | 7.9(20.1) | 32(14.5) |
| MUNI-NF-400 | 40.0 (101.6) | 1.125(2.86) | 7.9(20.1) | 32(14.5) |

¹ 膜元件采用干膜运输。

² 如无特殊标明OD(外部直径),则一律为内部直径。

³ 在GE水处理及工艺过程处理压力容器中,膜元件直径(尺寸C)设计的性能最佳。其他压力容器尺寸和容许偏差可能导致旁流过大和性能下降。



操作和在线清洗参数

| | |
|----------|--|
| 一般操作压力 | 70-300psig(4832,069kPa) |
| 一般操作通量 | 10-20GFD(15-35LMH) |
| 最大压力 | 600psig(4.137kPa) |
| 最高温度 | 操作: 113°F(45°C) 清洗: 104°F(40°C) |
| 最小进水流量 | 30gpm(6.8m3/h) |
| 推荐pH值 | 操作pH范围: 3.0-9.0 清洗pH范围: 2.0-10.5 |
| 推荐最大压差 | 单只膜元件: 12 psig (83kPa) 单只膜壳: 50 psig (345kPa) |
| 耐氯性 | 1000ppm hrs 建议去除余氯 |
| 进水 | NTU<1 SDI<5 |
| 推荐单支膜回收率 | <15% |



2.4.6 OSMO BEV纳滤(NF)系列

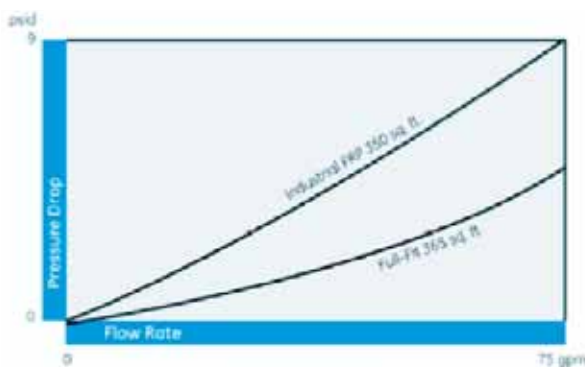
饮料和瓶装水生产

OSMO BEV纳滤(NF)膜元件能提供稳定、高质量的纯水，可用于饮料厂生产碳酸软饮料、果汁和运动饮料。OSMO BEV纳滤 (NF)膜元件同时能够用于生产满足碱度、硬度、低钠盐含量要求的市政用水。OSMO BEV纳滤(NF)膜元件具有耐氯性，并且在一定透盐率范围内，纳滤可以得到最大的回收水量。

OSMO BEV纳滤(NF)膜元件通过美国国家卫生基金会检测和认证。

采用Full-Fit™设计，OSMO BEV纳滤 (NF)膜元件不会出现玻璃钢外壳元件中出现的死水区，该区域会滋生细菌。OSMOBEV纳滤(NF)膜元件在膜壳内部装有与内径相吻合的冲洗装置，可以产生自净效果。与工业玻璃钢外壳元件相比，该设计同样能够降低系统的运行压力，因此增加系统运行的经济性。

OSMO BEV纳滤(NF)膜元件通过100%湿法测试质量保证。



压差-流率图

膜元件性能规范

| 膜的种类 H系列，三层复合膜 (TFM™) | | | |
|-----------------------|--|--|--|
| 型号 | 产水量gpd(m ³ /d) ¹ | 平均脱盐率(MgSO ₄) ^{1,2} | 最小脱盐率(MgSO ₄) ^{1,2} |
| OSMO-BEV-NF-FF | 8.160(30.9) | 97.0% | 60% |

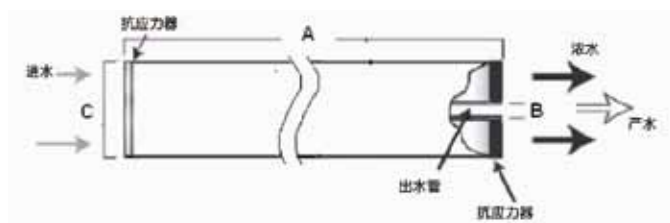
¹ 测试24小时后的平均脱盐率。单支膜元件的通量可能在+25%~-15%的范围内变化。

² 测试条件：MgSO₄溶液浓度2,000mg / L、操作压力100psig(690kpa)、温度77°F(25°C)、PH7.5 回收率15%。

| 型号 | 有效膜面积Ft ² (m ²) | 外壳 | 零件号 |
|-----------------|--|-----------|---------|
| OSMO-BEV- NF-FF | 336(31.2) | Full-Fit* | 1233033 |



膜元件尺寸图 平头



尺寸和重量

| 型号 ¹ | 尺寸(cm) | | | 封装 |
|-----------------|--------------|----------------|----------------|------------|
| | A | B ² | C ³ | 重量lbs (kg) |
| OSMO-BEV- NF-FF | 40.0 (101.6) | 1.125(2.86) | 7.9(20.1) | 32(14.5) |

¹ 膜元件采用干膜运输。

² 如无特殊标明OD(外部直径),则一律为内部直径。

³ 在GE水处理及工艺过程处理压力容器中,膜元件直径(尺寸C)设计的性能最佳。其他压力容器尺寸和容许偏差可能导致旁流过大和性能下降。

操作和在线清洗参数

| | |
|--------|--|
| 一般操作压力 | 60-200psig(413.7-1, 379kPa) |
| 一般操作通量 | 10-20GFD(15-35LMH) |
| 最大压力 | 450psig(3,102kPa) |
| 最高温度 | 操作: 86°F(30°C) 清洗: 86°F(30°C) |
| 最小进水流量 | 30gpm(6.8m ³ /h) |
| 推荐pH值 | 操作pH范围: 5.0-6.5 清洗pH范围: 3.0-8.0 |
| 推荐最大压差 | 单只膜元件: 12 psig (83kPa) 单只膜壳: 50 psig (345kPa) |
| 耐氯性 | 连续操作最大1ppm 消毒30min 30ppm |
| 进水 | NTU<1 SDI<5 |



2.4.7 Seasoft™系列

海水脱盐、软化纳滤(NF)膜元件

纳滤应用领域：

纳滤具有独特的选择性截留的能力：

- 对多于一价负电荷的阴离子的去除
- 对阳离子的去除取决于离子的形状和尺寸
- 对分子质量>200-300道尔顿的有机物的去除
- 至少80%的水的硬度是在低压和高通量的条件下去除的

Seasoft™高脱盐 / 高通量膜元件

Seasoft阻垢膜元件能够防止：

- 结垢，通过对硬度和硫酸盐的去除
- 污垢，通过对下游设备中的混浊物和细菌的去除

Seasoft™高脱盐膜元件应用时要求

- 高硬度去除率：95%
- 高硫酸盐去除率：99%
- 氯化钠的去除率：20-30%

Seasoft™高通量膜元件应用时要求

- 低压条件下具有高通量
- 高硬度去除率：95%
- 高硫酸盐去除率：99%
- 高氯化钠含量

膜元件性能规范

| 膜的种类 H系列，三层复合膜 (TFM™) | | |
|-----------------------|--|--|
| 型号 | 产水量gpd(m ³ /d) ¹ | 平均脱盐率(MgSO ₄) ^{1,2} |
| Seasoft 8040 HR | 8,200(31.0) | 98.0% |
| Seasoft 8040 HF | 10,700(40.0) | 96.0% |

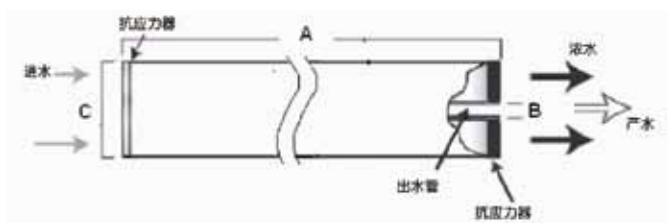
¹ 测试24小时后的平均脱盐率。单支膜元件的通量可能在+25%~-15%的范围内变化。

² 测试条件：MgSO₄溶液浓度2,000mg / L、操作压力100psig(690kpa)、温度77°F(25°C)、PH7.5 回收率15%。



| 型号 | 有效膜面积Ft ² (m ²) | 外壳 | 零件号 |
|-----------------|--|-----|---------|
| Seasoft 8040 HR | 387(36.0) | 玻璃钢 | 1233954 |
| Seasoft 8040 HF | 387(36.0) | 玻璃钢 | 1233938 |

膜元件尺寸图 平头



尺寸和重量

| 型号 ¹ | 尺寸(cm) | | | 封装 |
|-----------------|--------------|----------------|----------------|------------|
| | A | B ² | C ³ | 重量lbs (kg) |
| Seasoft 8040 HR | 40.0 (101.6) | 1.125(2.86) | 7.9(20.1) | 32(14.5) |
| Seasoft 8040 HF | 40.0 (101.6) | 1.125(2.86) | 7.9(20.1) | 32(14.5) |

¹ 膜元件采用干膜运输。

² 如无特殊标明OD(外部直径),则一律为内部直径。

³ 在GE水处理及工艺过程处理压力容器中,膜元件直径(尺寸C)设计的性能最佳。其他压力容器尺寸和容许偏差可能导致旁流过大和性能下降。

操作和在线清洗参数

| | |
|--------|--|
| 一般操作压力 | 70-4000psig(483-2,758kPa) |
| 一般操作通量 | 10-15GFD(15-25LMH) |
| 最大压力 | 600psig(4.140kPa) |
| 最高温度 | 操作: 122°F(50°C) 清洗: 104°F(40°C) |
| 推荐pH值 | 操作pH范围: 3.0-9.0 清洗pH范围: 2.0-10.5 |
| 推荐最大压差 | 单只膜元件: 12 psig (83kPa) 单只膜壳: 50 psig (345kPa) |
| 耐氯性 | 500ppm hrs. 建议去除余氯 |
| 进水 | NTU<1 SDI<5 |



2.5 超滤膜元件

2.5.1 PW系列

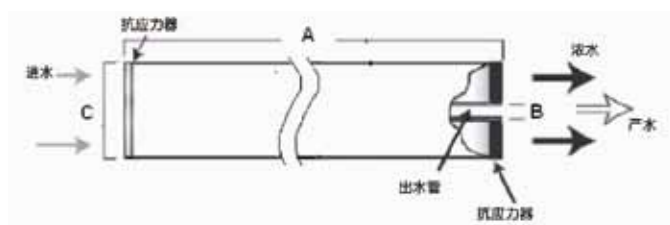
超滤—反渗透和纳滤后处理膜元件

PW系列聚醚砜超滤膜元件的截留分子量为10,000，它对细胞色素-C(分子量为13,300的蛋白质)的去除率大于96%。PW超滤膜元件主要用于饮用水处理、生产水的预处理和超纯水的后处理。

膜元件性能规范

| 膜 P系列, 聚醚砜 | | | |
|------------|--|-----|---------|
| 型号 | 有效膜面积Ft ² (m ²) | 外壳 | 零件号 |
| PW4025T | 50(4.6) | 胶带 | 1207368 |
| PW4040T | 85(7.9) | 胶带 | 1207379 |
| PW4040F | 85(7.9) | 玻璃钢 | 1207376 |
| PW8040F | 350(32.5) | 玻璃钢 | 1207404 |

膜元件尺寸图 平头



尺寸和重量

| 型号 ¹ | 尺寸(cm) | | | 封装重量lbs (kg) |
|-----------------|-------------|----------------|----------------|--------------|
| | A | B ² | C ³ | |
| PW4025T | 25.0(63.5) | 0.625(1.59) | 3.9(9.9) | 5(2.3) |
| PW4040T | 40.0(101.6) | 0.625(1.59) | 3.9(9.9) | 8(3.5) |
| PW4040F | 40.0(101.6) | 0.625(1.59) | 3.9(9.9) | 8(3.5) |
| PW8040F | 40.0(101.6) | 1.125(2.86) | 7.9(20.1) | 32(14.5) |

¹ 膜元件采用干膜运输。

² 如无特殊标明OD(外部直径),则一律为内部直径。

³ 在GE水处理及工艺过程处理压力容器中,膜元件直径(尺寸C)设计的性能最佳。其他压力容器尺寸和容许偏差可能导致旁流过大和性能下降。



操作和在线清洗参数

| | |
|--------|--|
| 一般操作压力 | 80-135psig(555 931kPa) |
| 一般操作通量 | 10-25GFD(15-40LMH) |
| 最大压力 | 200psig(1.379kPa) |
| 最高温度 | 操作: 122°F(50°C) 清洗: 122°F(50°C) |
| 推荐pH值 | 操作pH范围: 4.0-11.0 清洗pH范围: 2.0-11.5 |
| 推荐最大压差 | 单只膜元件: 12 psig (83kPa) 单只膜壳: 50 psig (345kPa) |
| 耐氯性 | 5,000ppm days. |



2.5.2 Duratherm HWS系列

热水消毒纯水膜元件描述和应用

Duratherm HWS系列包括反渗透(RO)、纳滤(NF)和超滤(UF)膜元件。该系列在热水消毒工业中，以无化学制剂消毒的方法对保持产品质量和保证工业相关标准具有很大的优势。

分离系统消毒建议：间隔暴露在温度高达90°C，并采用最小的进水压力，通过对蛋白链进行改性和凝固来消灭微生物。

Duratherm HWS NF适用于水温度高达158°F(70°C)的情况

该系列元件的直径尺寸包括：8” ， 4” 和2.5” 。

所有膜元件具有Durasan笼状外壳，聚乙烯ATD和中心流道。

特性和优势

- EUB.c瓶装水认证
- 消灭细菌
- 预防生物污堵
- 无报废成本
- 100%湿法测试质量保证
- 持久耐用的结构
- 产水侧消毒

市场

- 食品 / 饮料
- 生物药剂
- 医疗 / 透析
- 电子工业
- 化工工业

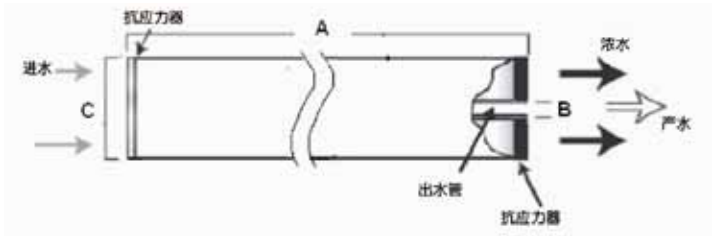


膜元件规范

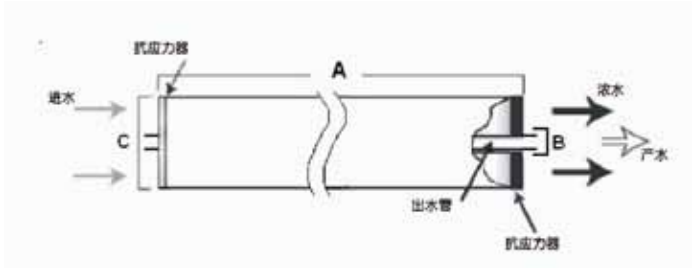
| 膜的种类 A系列，三层复合膜(TFM™) ^{a,b} D系列，三层复合膜(TFM™) ^c P系列，聚醚砜 ^d | | | |
|--|--------------------|--------------------|---------------|
| a=HWS RO-HR，b=HWS RO，c=HWS NF，d=HWS UF | | | |
| 型号 | 最大产水量gpd (m³/h) | 平均脱盐率gpd (m³/d) | 最小脱盐率 MWCO |
| Duratherm HWS UF 2540 HF | 4(0.9) | ---- | 6.000Da |
| Duratherm HWS UF 4040 HF | 20(4.5) | ---- | 6.000Da |
| Duratherm HWS UF 8040 HF | 65(14.8) | ---- | 6.000Da |

| 型号 | 有效膜面积Ft²(m²) | 外壳 | 零件号 |
|-------------|--------------|-----------|---------|
| CK2540FM30D | 25(2.3) | 卫生级(Cage) | 1233601 |
| CK4040FM | 88(8.2) | 卫生级(Cage) | 1263698 |
| CK8040F 365 | 355(33.0) | 卫生级(Cage) | 1263602 |

膜元件尺寸图 平头



膜元件尺寸图 凸头





尺寸和重量

| 型号 ¹ | 尺寸(cm) | | | 封装 |
|-----------------|--------------|----------------|----------------|------------|
| | A | B ² | C ³ | 重量lbs (kg) |
| HWS 2540 Models | 40.0 (101.6) | 0.75(1.90)OD | 2.4(6.1) | 5(2.3) |
| HWS 4040 Models | 40.0 (101.6) | 0.75(1.90)OD | 3.9(9.9) | 8(3.5) |
| HWS 8040 Models | 40.0 (101.6) | 1.125(2.86) | 7.9(20.1) | 32(14.5) |

¹ 膜元件采用干膜运输。

² 如无特殊标明OD(外部直径),则一律为内部直径。

³ 在GE水处理及工艺过程处理压力容器中,膜元件直径(尺寸C)设计的性能最佳。其他压力容器尺寸和容许偏差可能导致旁流过大和性能下降。

温度

在任何情况下,都不要超过20 GFD(34LMH)

| 型号 | 最高操作温度 | 最高清洗温度 | 最高消毒温度 |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|
| Duratherm HWS UF HF | 158°F(70°C) | 122°F(50°C) | 194°F(90°C) |

压力和操作参数

| 型号 | 最大操作压力 | | 一般应用压力 | 膜的回收率 | 一般操作通量 |
|------------------------|----------------------|------------------------|-------------------|-------|------------------------|
| | 41 122 °F(5 50°C) | 124 158 °F(51 70°C) | | | |
| Duratherm HWS NF HF | 600psi (4,137kPa) | 300psi (2,068kPa) | 80psi (552kPa) | <15% | 10-18GFD (17-31LMH) |

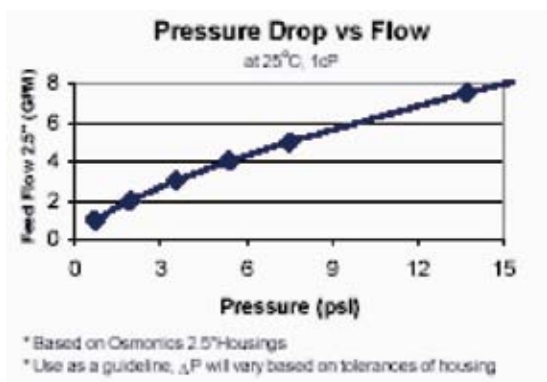
操作和在线清洗参数

| 型号 | 推荐pH值 | | 耐氯性 | 进水 |
|------------------------|----------|----------|-------------|----------------|
| | 操作 | 清洗 | | |
| Duratherm HWS NF HF | 4.0-11.0 | 2.0-11.5 | 500 ppm day | NTU<1 SDI<5 |

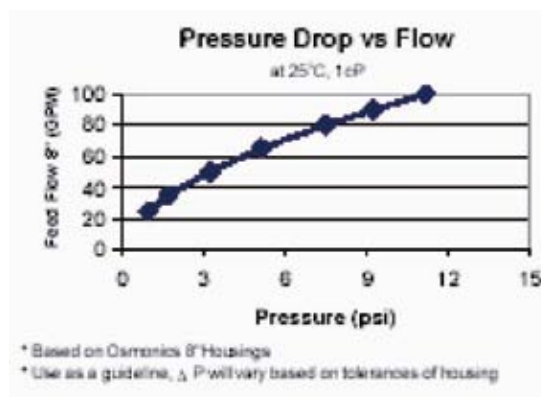


热水消毒的有关建议:

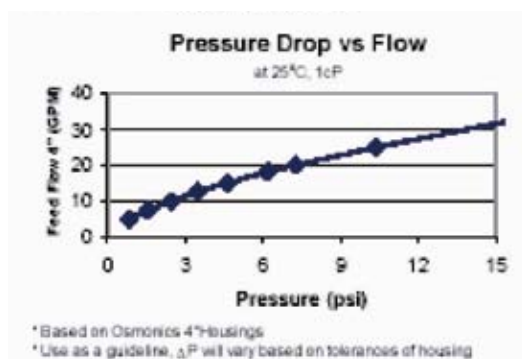
为达到最佳效果，应始终按照GE水处理及工艺过程处理认可的CIP就地清洗程序，并在消毒之前使用防污堵水进行冲洗。消毒时，进水压力不应超过40psi(275kPa)，错流引起的单只膜元件压降不应大于2psi(14kPa)。消毒时，升温 and 冷却速率不应大于5°C / 分钟。最高消毒温度为90°C。



HWS 2540膜元件的压差



HWS 8040膜元件的压差



HWS 4040膜元件的压差



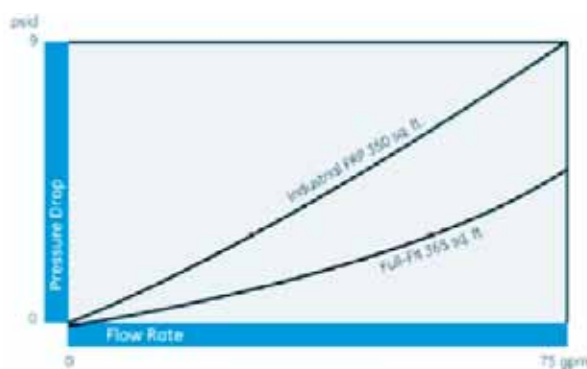
2.5.3 OSMO BEV超滤(UF)系列

饮料和瓶装水生产膜元件

OSMO BEV超滤(UF)膜元件能提供稳定、高质量的纯水, 可用于饮料厂生产碳酸软饮料、果汁和运动饮料。OSMO BEV超滤(UF)膜元件能够完全防止隐子虫和贾第虫的滋生, 而且能够去除色度和污染有机物(自然出现的丹宁酸, 腐殖酸, 黄腐殖酸等等), 最适用于含盐量低于100 mg/L, 碱度低于50 mg/L的进水。OSMO BEV超滤(UF)膜元件在最低的能耗下提供多重安全保证。分子截留量为6,000道尔顿。

采用Full-Fit™设计, OSMO BEV超滤(UF)膜元件不会出现玻璃钢外壳元件中出现的死水区, 该区域会滋生细菌。OSMO BEV超滤(UF)膜元件在膜壳内部装有与内径相吻合的冲洗装置, 可以产生自净效果。与工业玻璃钢元件相比, 该设计同样能够降低系统的运行压力, 因此增加系统运行的经济性。

OSMO BEV超滤(UF)膜元件通过100%湿法测试质量保证。



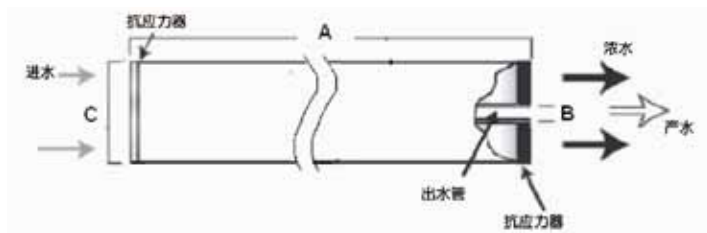
压差-流率图

膜元件规范

| 膜 | 聚醚砜 | | |
|----------------|--|-----------|---------|
| 型号 | 有效膜面积Ft ² (m ²) | 外壳 | 零件号 |
| OSMO-BEV-UF-FF | 350(32.5) | Full-Fit* | 1233034 |



膜元件尺寸图 平头



尺寸和重量

| 型号 ¹ | 尺寸(cm) | | | 封装 |
|-----------------|--------------|----------------|----------------|------------|
| | A | B ² | C ³ | 重量lbs (kg) |
| OSMO-BEV-UF-FF | 40.0 (101.6) | 1.125(2.86) | 7.9(20.1) | 32(14.5) |

¹ 膜元件采用干膜运输。

² 如无特殊标明OD(外部直径),则一律为内部直径。

³ 在GE压力容器中,膜元件直径(尺寸C)设计的性能最佳。其他压力容器尺寸和容许偏差可能导致旁流过大和性能下降。

操作和在线清洗参数

| | |
|-----------|--|
| 一般操作压力 | 30-60psig(207-414kPa) |
| 一般操作通量 | 10-20GFD(15-35LMH) |
| 最大压力 | 450psig(3,102kPa) |
| 最高温度 | 操作: 122°F(50°C) 清洗: 122°F(50°C) |
| 最小进水流量 | 30gpm(6.8m ³ /hr) |
| 推荐pH | 操作pH范围: 4.0-11.0 清洗pH范围: 2.0-11.5 |
| 推荐压差 | 单只膜元件: 12 psig (83kPa) 单只膜壳: 50 psig (345kPa) |
| 耐氯性 进水 | 5,000ppm days. NTU<1 SDI<5 |
| 推荐单支膜回收率 | <15% |



2.6 微滤膜元件

2.6.1 EW系列

微滤-RO / NF的预处理

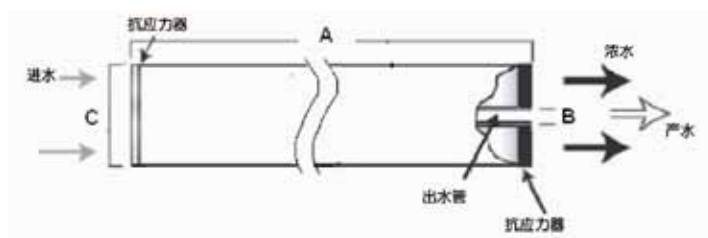
E系列膜的膜孔径为0.04 μm ，膜材质为聚砜。E系列膜元件主要用于反渗透(RO)或纳滤(NF)系统的预处理，其作用是维持后续工艺的正常运行。E系列膜元件能够去除悬浮固体和常见污染物。

E系列膜元件是用于工艺液流的澄清，包括固体悬浮物的去除。

膜元件规范

| 膜的种类 E系列, 聚砜 | | | |
|--------------|-------------------|-----|---------|
| 型号 | 有效膜面积 $Ft^2(m^2)$ | 外壳 | 零件号 |
| EW4025T | 60(5.6) | 胶带 | 1207063 |
| EW4026F | 60(5.6) | 玻璃钢 | 1207065 |
| EW4040F | 85(7.9) | 玻璃钢 | 1207071 |
| EW4040T | 85(7.9) | 胶带 | 1207074 |
| EW8040F | 370(34.4) | 玻璃钢 | 1207077 |

膜元件尺寸图 平头





尺寸和重量

| 型号 ¹ | 尺寸(cm) | | | 封装 |
|-----------------|-------------|----------------|----------------|------------|
| | A | B ² | C ³ | 重量lbs (kg) |
| EW4025T | 25.0(63.5) | 0.625(1.59) | 3.9(9.9) | 5(2.3) |
| EW4026F | 26.0(66.7) | 0.625(1.59) | 3.9(9.9) | 5(2.3) |
| EW4040F | 40.0(101.6) | 0.625(1.59) | 3.9(9.9) | 8(3.5) |
| EW4040T | 40.0(101.6) | 0.625(1.59) | 3.9(9.9) | 8(3.5) |
| EW8040F | 40.0(101.6) | 1.125(2.86) | 7.9(20.1) | 32(14.5) |

¹ 膜元件采用干膜运输。

² 如无特殊标明OD(外部直径),则一律为内部直径。

³ 在GE水处理及工艺过程处理压力容器中,膜元件直径(尺寸C)设计的性能最佳。其他压力容器尺寸和容许偏差可能导致旁流过大和性能下降。

操作和在线清洗参数

| | |
|--------|--|
| 一般操作压力 | 30-150psig(207 1,034kPa) |
| 一般操作通量 | 10-30GFD(15-50LMH) |
| 最大压力 | 200psig(1.379kPa) |
| 最高温度 | 操作: 122°F(50°C) 清洗: 122°F(50°C) |
| 推荐pH值 | 操作pH范围: 4.0-11.0 清洗pH范围: 2.0-11.5 |
| 推荐压差 | 单只膜元件: 12 psig (83kPa) 单只膜壳: 50 psig (345kPa) |
| 耐氯性 | 5,000ppm days. |



2.7 认证膜元件

2.7.1 AG系列

NSF 61认证的饮用水反渗透和纳滤膜元件

美国国家卫生基金会(NSF)在食品处理和铅工业水处理等公共卫生方面提供一致的评估服务。NSF是被美国国家标准协会(ANSI)认可的机构，通过多项ANSI / NSF标准来鉴定产品。其中NSF 标准61是一项对消费者和检测者确保产品不会对饮用水造成危险等级的污染的测试协议。

认证膜元件AG系列由于其独特的性质，适用于饮用水系统元件。

认证膜元件AG系列具有玻璃钢缠绕外壳和标准进水流道。

膜元件规范

| 膜的种类 | | 三层复合膜(TFM™) | |
|------------------|-------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| AG系列 | | 反渗透 (RO) 高脱盐率膜元件 | |
| 型号 | 产水量gpd (m ³ /h) | 外壳 (NaCl) ^{1,2} | 平均脱盐率 (NaCl) ^{1,2} |
| AG4040FM CERT | 2,200(8.3) | 99.5% | 99.0% |
| AG8040F CERT | 10,500(39.8) | 99.5% | 99.0% |
| AG8040F 400 CERT | 9,200(34.8) | 99.5% | 99.0% |

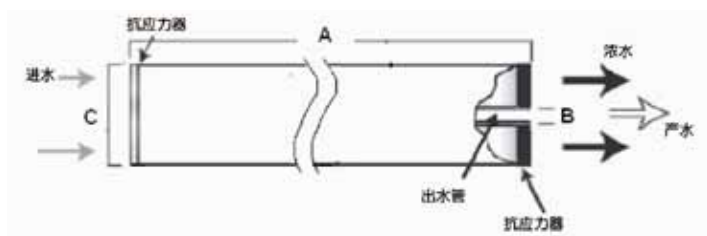
¹ 运行24小时后测试。单只膜元件的平均脱盐率可能在-15%~+25%的范围内变化。

² 测试条件：NaCl溶液浓度2,000ppm、操作压力225psig(1.551kpa)、温度77°F、PH7.5和回收率15%。

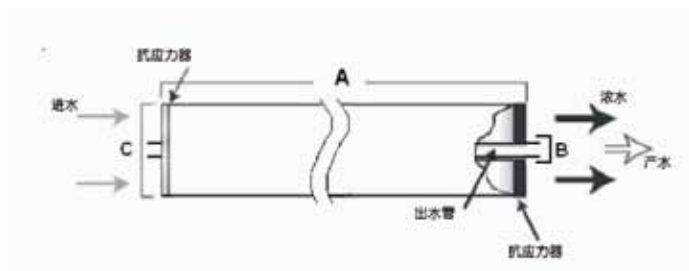
| 型号 | 有效膜面积Ft ² (m ²) | 外壳 | 零件号 |
|------------------|--|-----|---------|
| AG4040FM CERT | 85(7.9) | 玻璃钢 | 1231652 |
| AG8040F CERT | 350(32.5) | 玻璃钢 | 1231653 |
| AG8040F 400 CERT | 400(37.2) | 玻璃钢 | 1231654 |



膜元件尺寸图 平头



膜元件尺寸图 凸头



尺寸和重量

| 型号 ¹ | 尺寸(cm) | | | 封装 |
|------------------|-------------|----------------|----------------|------------|
| | A | B ² | C ³ | 重量lbs (kg) |
| AG4040FM CERT | 40.0(101.6) | 0.75(1.90)OD | 3.9(9.9) | 8(3.5) |
| AG8040F CERT | 40.0(101.6) | 1.125(2.86) | 7.9(20.1) | 32(14.5) |
| AG8040F 400 CERT | 40.0(101.6) | 1.125(2.86) | 7.9(20.1) | 32(14.5) |
| | | | | |
| | | | | |

¹ 膜元件采用干膜运输。

² 如无特殊标明OD(外部直径),则一律为内部直径。

³ 在GE水处理及工艺过程处理压力容器中,膜元件直径(尺寸C)设计的性能最佳。其他压力容器尺寸和容许偏差可能导致旁流过大和性能下降。



操作和在线清洗参数

| | |
|--------|--|
| 一般操作压力 | 200psig(1,379kPa) |
| 一般操作通量 | 10-20GFD(15-35LMH) |
| 最大压力 | 600psig (4,137kPa) |
| 最高温度 | 操作: 122°F(50°C) 清洗: 122°F(50°C) |
| 推荐pH值 | 单支膜元件: 12psig(83kPa) 单支膜壳: 50psig(345kPa) |
| 推荐最大压差 | 最佳脱盐率pH范围7.0-7.5 操作pH范围: 4.0-11.0 清洗pH范围: 2.0-11.5 |
| 耐氯性 | 1,000 ppm hrs. 建议去除余氯 |
| 进水 | NTU<1 SDI<5 |



2.7.2 AK系列

NSF 61认证的饮用水反渗透和纳滤膜元件

美国国家卫生基金会(NSF)在食品处理和铅工业水处理等公共卫生方面提供一致的评估服务。NSF是被美国国家标准协会(ANSI)认可的机构，通过多项ANSI / NSF标准来鉴定产品。其中NSF 标准61是一项对消费者和检测者确保产品不会对饮用水造成危险等级的污染的测试协议。

认证膜元件AK系列由于其独特的性质，适用于饮用水系统元件。

认证膜元件AK系列具有玻璃钢缠绕外壳和标准进水流道。

膜元件性能规范

| 膜的种类 H系列，三层复合膜 (TFM™) | | | |
|-----------------------|--|--|--|
| 型号 | 产水量gpd(m ³ /d) ¹ | 平均脱盐率(MgSO ₄) ^{1,2} | 最小脱盐率(MgSO ₄) ^{1,2} |
| HL 2540 FM | 780(3.0) | 98.0% | 96.0% |
| HL 2540 TM | 780(3.0) | 98.0% | 96.0% |
| HL 4040 FM | 2,400(9.1) | 98.0% | 96.0% |
| HL 4040 TM | 2,400(9.1) | 98.0% | 96.0% |
| HL 8040F365 | 10,800(40.9) | 98.0% | 96.0% |
| HL 8040F | 11,500(43.5) | 98.0% | 96.0% |
| HL 8040N | 10,100(38.2) | 97.5% | 96.0% |

¹ 测试24小时后的平均脱盐率。单支膜元件的通量可能在+25%~-15%的范围内变化。

² 测试条件：MgSO₄溶液浓度2,000mg / L、操作压力100psig(690kpa)、温度77°F(25°C)、PH7.5 回收率15%。

| 型号 | 有效膜面积Ft ² (m ²) | 外壳 | 零件号 |
|-------------|--|-----|---------|
| HL 2540 FM | 27(2.5) | 玻璃钢 | 1207230 |
| HL 2540 TM | 27(2.5) | 胶带 | 1207231 |
| HL 4040 FM | 89(8.2) | 玻璃钢 | 1207236 |
| HL 4040 TM | 89(8.2) | 胶带 | 1220990 |
| HL 8040F365 | 365(33.9) | 玻璃钢 | 1266702 |
| HL 8040F | 400(37.2) | 玻璃钢 | 1207240 |
| HL 8040N | 350(32.5) | 网状 | 1231793 |



膜元件规范

| | |
|--------|--|
| 一般操作压力 | 200psig(1,379kPa) |
| 一般操作通量 | 10-20GFD(15-35LMH) |
| 最大压力 | 600psig (4,137kPa) |
| 最高温度 | 操作: 122°F(50°C) 清洗: 122°F(50°C) |
| 推荐pH值 | 单支膜元件: 12psig(83kPa) 单支膜壳: 50psig(345kPa) |
| 推荐最大压差 | 最佳脱盐率pH范围7.0-7.5 操作pH范围: 4.0-11.0 清洗pH范围: 2.0-11.5 |
| 耐氯性 | 1,000 ppm hrs. 建议去除余氯 |
| 进水 | NTU<1 SDI<5 |



2.7.2 AK系列

NSF 61认证的饮用水反渗透和纳滤膜元件

美国国家卫生基金会(NSF)在食品处理和铅工业水处理等公共卫生方面提供一致的评估服务。NSF是被美国国家标准协会(ANSI)认可的机构，通过多项ANSI / NSF标准来鉴定产品。其中NSF 标准61是一项对消费者和检测者确保产品不会对饮用水造成危险等级的污染的测试协议。

认证膜元件AK系列由于其独特的性质，适用于饮用水系统元件。

认证膜元件AK系列具有玻璃钢缠绕外壳和标准进水流道。

膜元件性能规范

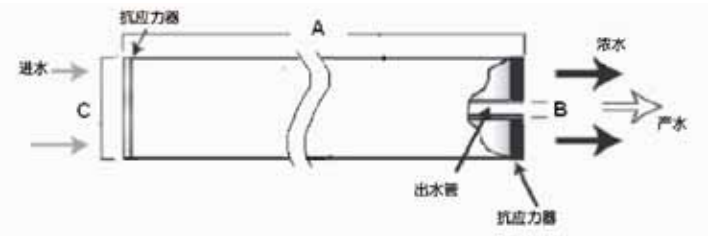
| | | | |
|------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 膜的种类 三层复合膜(TFM™) | | | |
| AK系列-RO 低能耗膜元件 | | | |
| 型号 | 产水量gpd(m³/d) ¹ | 平均脱盐率(NaCl) ^{1,2} | 最小脱盐率(NaCl) ^{1,2} |
| AK4040FM CERT | 2,200(8.3) | 99.0% | 98.0% |
| AK8040F 400 CERT | 10,500(39.8) | 99.0% | 98.0% |

¹ 运行24小时后测试,单只膜元件的平均脱盐率可能在-15%"+25%的范围内变化。

² 测试条件: NaCl溶液浓度500ppm、操作压力210psig(1,448kPa)、温度77°F(25°C)、pH 6.5、回收率15%。

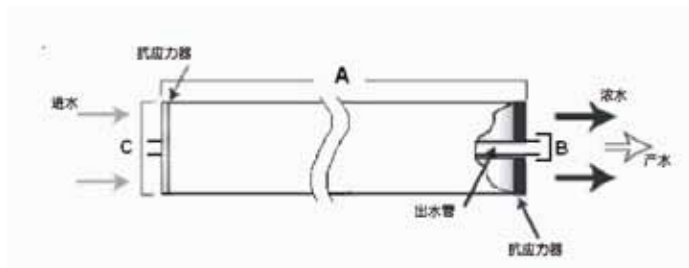
| | | | |
|------------------|--------------|-----|---------|
| 型号 | 有效膜面积Ft²(m²) | 外壳 | 零件号 |
| AK4040FM CERT | 85(7.9) | 玻璃钢 | 1231655 |
| AK8040F 400 CERT | 400(37.2) | 玻璃钢 | 1231656 |

膜元件尺寸图 平头





膜元件尺寸图 凸头



尺寸和重量

| 型号 ¹ | 尺寸(cm) | | | 封装 |
|------------------|-------------|----------------|----------------|------------|
| | A | B ² | C ³ | 重量lbs (kg) |
| AK4040FM CERT | 40.0(101.6) | 0.75(1.90)OD | 3.9(9.9) | 8(3.5) |
| AK8040F 400 CERT | 40.0(101.6) | 1.125(2.86) | 7.9(20.1) | 32(14.5) |

¹ 膜元件采用干膜运输。

² 如无特殊标明OD(外部直径),则一律为内部直径。

³ 在GE水处理及工艺过程处理压力容器中,膜元件直径(尺寸C)设计的性能最佳。其他压力容器尺寸和容许偏差可能导致旁流过大和性能下降。

操作和在线清洗参数

| | |
|----------|--|
| 一般操作压力 | 100psig(689kPa) |
| 一般操作通量 | 10-20GFD(15-35LMH) |
| 最大压力 | 400psig (3,758kPa) |
| 最高温度 | 操作: 122°F(50°C) 清洗: 122°F(50°C) |
| 推荐pH值 | 单只膜元件: 12psig(83kPa) 单只膜壳: 50psig(345kPa) |
| 推荐最大压差操作 | 最佳脱盐率pH范围7.0-7.5 操作pH范围: 4.0-11.0 清洗pH范围: 2.0-11.5 |
| 耐氯性 | 1,000 ppm hrs. 建议去除余氯 |
| 进水 | NTU<1 SDI<5 |



2.7.3 HL系列

NSF 61认证的饮用水反渗透和纳滤膜元件

美国国家卫生基金会(NSF)在食品处理和铅工业水处理等公共卫生方面提供一致的评估服务。NSF是被美国国家标准协会(ANSI)认可的机构，通过多项ANSI / NSF标准来鉴定产品。其中NSF标准61是一项对消费者和检测者确保产品不会对饮用水造成危险等级的污染的测试协议。

认证膜元件HL系列由于其独特的性质，适用于饮用水系统元件。

认证膜元件HL系列具有玻璃钢缠绕外壳和标准进水流道。

膜元件性能规范

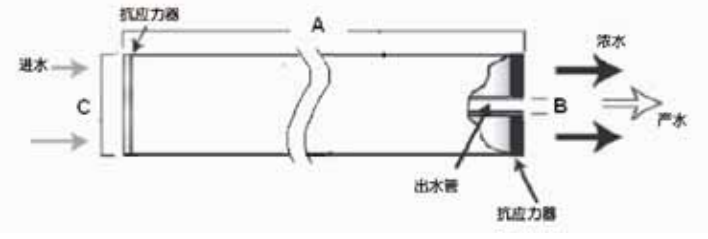
| | | | |
|---------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 膜的种类 | | 三层复合膜(TFM™) | |
| HL系列 | | 纳滤膜膜元件 | |
| 型号 | 产水量gpd(m³/d) ¹ | 平均脱盐率(NaCl) ^{1,2} | 最小脱盐率(NaCl) ^{1,2} |
| AG4040FM CERT | 2,200(8.3) | 99.5% | 99.0% |

¹ 运行24小时后测试,单只膜元件的平均脱盐率可能在-15%"+25%的范围内变化。

² 测试条件: NaCl溶液浓度500ppm、操作压力210psig(1,448kPa)、温度77°F(25oC)、pH 6.5、回收率15%。

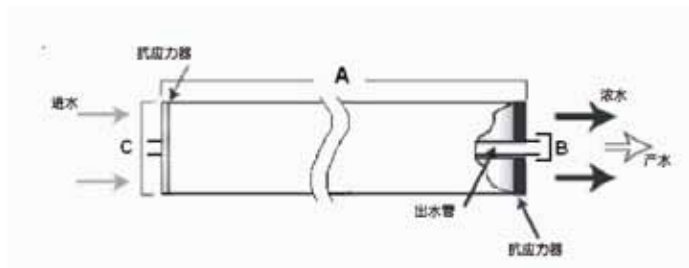
| | | | |
|---------------|--------------|-----|---------|
| 型号 | 有效膜面积Ft²(m²) | 外壳 | 零件号 |
| AG4040FM CERT | 89(8.2) | 玻璃钢 | 1233081 |

膜元件尺寸图 平头





膜元件尺寸图 凸头



尺寸和重量

| 型号 ¹ | 尺寸(cm) | | | 封装 |
|-----------------|-------------|----------------|----------------|------------|
| | A | B ² | C ³ | 重量lbs (kg) |
| AG4040FM CERT | 40.0(101.6) | 0.75(1.90)OD | 3.9(9.9) | 8(3.5) |
| | | | | |

¹ 膜元件采用干膜运输。

² 如无特殊标明OD(外部直径),则一律为内部直径。

³ 在GE压力容器中,膜元件直径(尺寸C)设计的性能最佳。其他压力容器尺寸和容许偏差可能导致旁流过大和性能下降。

操作和在线清洗参数

| | |
|--------|---|
| 一般操作压力 | 70-300psig(483-2,069kPa) |
| 一般操作通量 | 10-20GFD(15-35LMH) |
| 最大压力 | 600psig (4,137kPa) |
| 最高温度 | 操作: 122°F(50°C) 清洗: 104°F(40°C) |
| 推荐pH值 | 单只膜元件: 12psig(83kPa) 单只膜壳: 50psig(345kPa) |
| 推荐压差 | 最佳脱盐率pH范围6.0-7.0 操作pH范围: 3.0-9.0 清洗pH范围: 2.0-10.5 |
| 耐氯性 | 1,000 ppm hrs. 建议去除余氯 |
| 进水 | NTU<1 SDI<5 |

3 零部件

3.1 标准结构材料

| | |
|--------|--------------------------------|
| 产水收集流道 | 聚酯涂环氧 |
| 进水流道 | 聚丙烯 (PP) |
| 中心管 | 2.5” 或4” 膜: ABS 8” 膜: NoryL |
| 胶水 | 尿烷 |
| 盐水密封 | Buna-N |
| O形圈 | Buna-N |
| 缠绕外壳 | 聚丙烯胶带、玻璃钢、Durasan |
| 抗应力器 | ABS |

*NoryL是GE公司的一种商标

3.2 特色外套

Durasan™外套

Durasan外套由一个硬质管状塑料外壳组成，其作用是容纳并保护卷式膜元件。在功能上，这种外套可保持膜元件外部的浓水旁路，从而有效消除导致细菌滋生和细菌粘附的死角。Durasan的卫生级设计使得其便于快速冲洗，具有很高的脱盐率，适合于CIP卫生系统。

NETWRAP™外套

网状外套Netwrap是一种新型、聚丙烯（PP）材质的Full-Fit™结构膜外套。具有该外套的膜元件外部没有浓水旁路。网状外套可保护卷式膜元件，它与压力容器壁紧密接合，无需盐水密封。

Netwrap作为一款卫生级设计，其特点是压降低，能节省大量能源。

玻璃钢（FRP）外套

玻璃钢（FRP）膜元件主要用于需要高压条件且无严格卫生限制的工业中。FRP具有超强的耐用性，为卷式膜提供了出色的保护。它具有极强的化学兼容性，可以和pH值较高的清洗液接触。

胶带缠绕外套

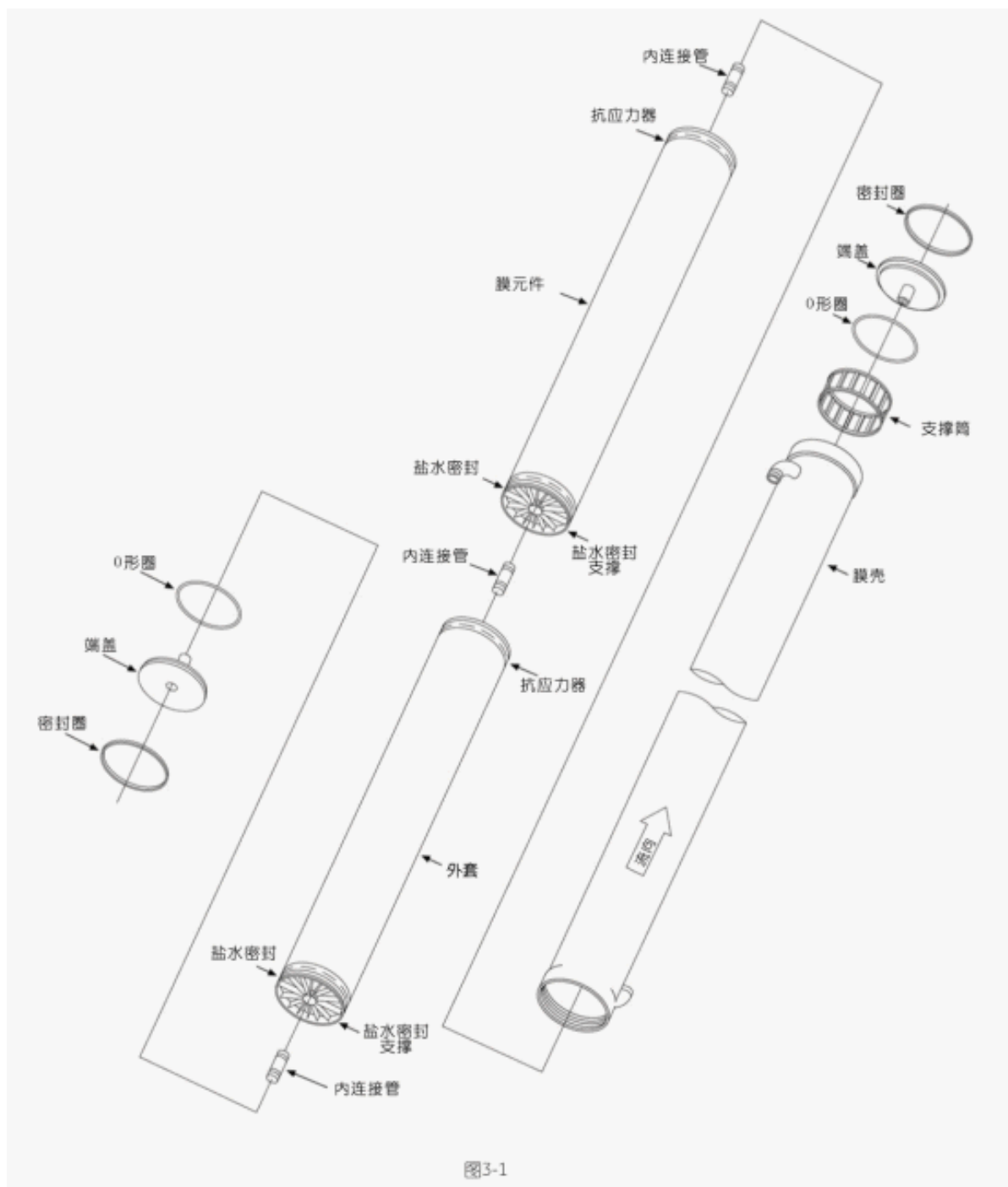
胶带缠绕外套（TAPE）是卷式膜元件中最经济实用的选择，自出现以来，胶带缠绕膜元件即成为行业的标准膜元件，它在轻工业里的应用已经获得历史性成功。胶带缠绕膜元件的操作压力相对较低，它一般不需要清洗，除非需要更换。

简单比较

| | | | | |
|-------|---------|---------|-----|------|
| 卫生级设计 | DURASAN | NETWRAP | FRP | TAPE |
| 清洗能力 | DURASAN | NETWRAP | FRP | TAPE |
| 去除率性能 | DURASAN | NETWRAP | FRP | TAPE |
| 节能性能 | DURASAN | NETWRAP | FRP | TAPE |
| 膜元件成本 | DURASAN | NETWRAP | FRP | TAPE |

■ 最好 ■ 好 □ 一般

3.3 术语





平板式 凸头式

抗应力器 (ATD)

抗应力器连接在膜元件上，为膜元件末端提供支撑，它可防止膜元件外部相对产水管发生位移（伸缩）。



V形密封 U形密封

盐水密封

盐水密封通常安装在膜元件的进水端，对膜元件的末端与压力容器内壁进行密封，引导进水进入卷式膜。盐水密封缩短了进水在膜元件外部流经的通道，优化了卷式设计配置。



零部件图

堵头 (DEP)

当产水仅从容器的一端排出时，堵头被用来封闭离压力容器产水口最远的产水管开口。它通常在上游膜元件和压力容器端板之间有空隙，需进行改装的情况下使用。

内接管 (IC)

内接管用来连接相邻膜元件的产水管。

元件适配器 (PEA)

元件适配器用来连接膜元件产水管和压力容器端板的产水口。

间隔管

间隔管可用作产水管的延伸，它可以对上游膜元件和端板产水口之间的缝隙进行填充。它通常与元件适配器或堵头一起用于改装。

图 3-2

间隔管与由生产商提供的止推环一起防止压力容器内膜元件发生位移。

4 膜基础知识

4.1 过滤和分离原理

利用膜从水中有选择性地去除、分离，或者浓缩微小物质是现代的一大技术革命。膜技术在许多方面优于传统过滤技术。目前使用的膜基本上有4种，每种都可以从特定的进水中去除不同种类或粒径的物质。这4种膜或分离技术为：反渗透(RO)、纳滤(NF)、超滤(UF)和微滤(MF)。

尽管这4种膜外观相似，但是他们各自有其独特的功能，这是由生产膜所采用的的材料和技术不同决定。将不同类型的聚合物和塑料薄层镀到底层材料上，需要先进的聚合物化学技术和生产技术。采用不同的材料、工艺和化学反应，可以生产RO膜、NF膜、UF膜、MF膜。

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

如下页过滤谱图所示，可以看到膜分离技术可以去除离子、分子大小的物质。这些物质非常小，他们通常都以“埃”为测量单位（1埃 = 1百亿分之一米）。不同膜的孔径和化学特性不同，这使得膜能去除大小在1到5万个埃之间的离子、分子和有机物。

RO膜通常用来截留各种离子。NF膜通常用来截留多价或二价阳离子，而允许单价离子通过；这个特点使它能根据化学特性来分离不同的离子，这也是NF膜特有的能力。UF膜和MF膜依据分子大小来截留分子，UF膜截留大于30埃的粒子，而MF膜能截留大于500埃的粒子。UF膜和MF膜通常按照膜孔的大小和孔隙率分级，而RO膜和NF膜通常是根据特定盐的截留率和流量来分级。

错流过滤和传统过滤的对比

RO, NF, UF和MF分离技术均采用特定的膜, 在一定的工作压力下, 去除或浓缩进水或流体中的物质。不过, 错流过滤有别于传统过滤, 错流过滤基于不同的流体力学原理, 这也是它的一大优势。通过过滤, 进水被分成两部分: 产水和浓水。在不同的应用中, 可根据用户的需要, 获得产水或浓水。

如下图所示, 错流过滤中, 进水流经膜表面时, 一部分透过膜, 成为产水, 而另一部分则沿膜平行流动, 成为浓水。错流过滤系统不同于传统的死端过滤, 进水并非仅沿着透过滤层的方向流动。

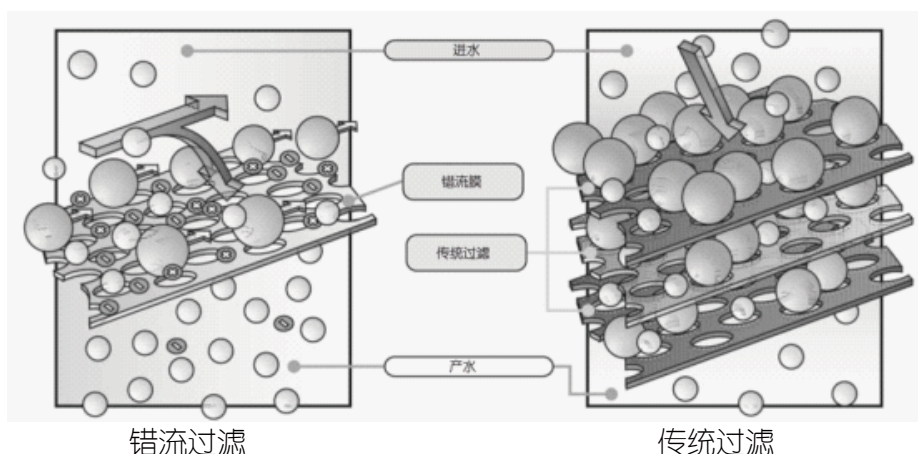


图4-1错流过滤与传统过滤

错流过滤的主要的优点是, 膜截留下来的物质被流体不断地冲走, 这在一定程度上相当于膜表面被连续地清洗, 这样就延长了膜的寿命, 并降低了维护和清洗的费用。相反, 传统过滤中被截留的物质积累在过滤介质上, 必须定期清洗更换介质, 这明显不经济, 也不利于环保。

膜技术的应用

一般应用中, 常将膜元件装入压力容器(膜壳)中, 用泵提供加压的进水。

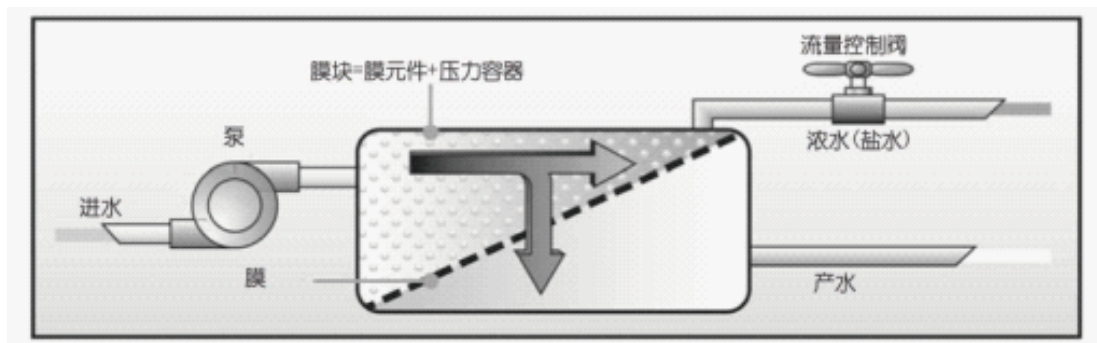


图4-2 错流过滤膜工艺

产水的回收率由浓水流量控制阀调节。控制该阀门调节压力，使足量的进水流过，这对于膜表面的清洗是至关重要的，调节不当就可能会发生膜污堵。同时，控制该阀门调节压力，使膜表面达到最佳压力，这对于产生产水也同样重要。

在不同的应用中，膜的作用显得非常重要，其功能对于流经膜的加压进水来说，相当于具有选择性的“守门人”。在不同的压力下，对不同进水，“守门人”的不同反应可能导致不同的结果。这也就是为何选用合适的膜对达到最高效率非常关键的原因。GE(DesalTM)膜产品种类极多，能充分满足各种客户不同的需求。

4.2 反渗透原理

4.2.1 相关概念

渗透

渗透是一种常见的自然现象，当两种含有不同浓度的溶液被一张半透膜隔开时，就会发生渗透现象。在自然渗透过程中，水从离子含量较低的一侧穿过膜进入离子含量较高的溶液一侧。这个过程会一直持续到半透膜两侧离子浓度相等；或者，直到水透过膜所形成的压差和溶液的渗透压相等(如果水溶液装在如图4-3所示的容器内)。

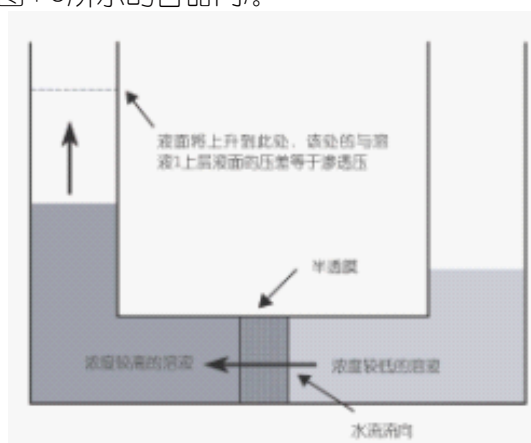


图4-3 渗透

反渗透

反渗透是渗透这一自然现象的逆过程。如果在高浓度溶液一侧加上一个大于渗透压的压力，高浓度溶液中的水就会在压力作用下从以相反的方向穿过渗透膜，进入低浓度一侧，而留下离子和悬浮固体物质。该过程如图4-4所示，反渗透过程中，穿过膜的水通常被称为产水，而和溶解固体和悬浮固体一起留在膜另一侧的水被称为浓水，盐水，或废水。

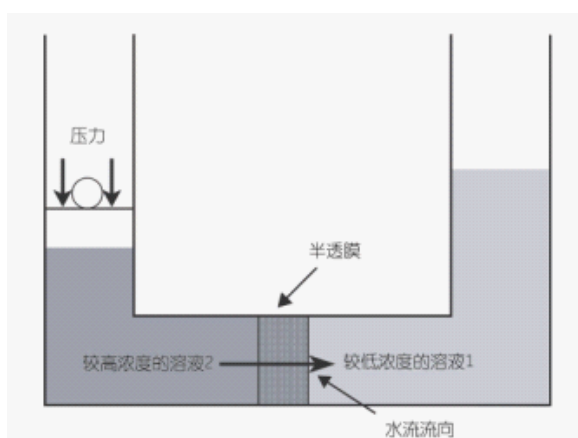


图4-4 反渗透

以下表格给出了一些近似的渗透压力值，用来说明至少需要施加多大的压力才能使高离子浓度一侧的水通过膜进入低离子浓度一侧。

表1 近似渗透压

| 盐类 | 浓度 % | 近似渗透压力 psig (bar) |
|---------------------------------------|---------|----------------------|
| 氯化钠(NaCl) | 0.5 | 55 (3.8) |
| | 1.0 | 125 (8.6) |
| | 3.5 | 410 (28.3) |
| 硫酸钠(Na ₂ SO ₄) | 2 | 110 (7.6) |
| | 5 | 304 (21.0) |
| | 10 | 568 (39.2) |
| 氯化钙(CaCl ₂) | 1 | 90 (6.2) |
| | 3.5 | 308 (21.2) |
| 硫酸铜(CuSO ₄) | 2 | 57 (3.9) |
| | 5 | 115 (7.9) |
| | 10 | 231 (15.9) |

注：百分浓度乘以10,000之后相当于ppm或mg/L

1 oz. / gal等于7,500 mg/L。

将所有的水都转化为产品水是不切实际的，因为随着膜一侧离子浓度的增大，需要克服的渗透压力将增大，而且，如果不能去除浓水悬浮固体，它们将对膜的表面造成污染。

水的传递与水通量

水的传递可以用水通量来表示。

透过膜的产水速率称为通量，可以由下式确定。

$$J_w = A(25^\circ\text{C}) \times \text{TCFA} \times (\Delta P - \Delta \Pi)$$

式中 J_w 是产水通量 (gallons/(ft² × d) [gfd], L/(m² × h), m/s)

$A(25^\circ\text{C})$ 表示25°C时的纯水渗透系数，单位为gfd / psi, cm / (s × atm)

TCFA是A值的温度校正系数

ΔP 膜两侧的压差（进水压力-产水压力）

$\Delta \Pi$ 膜两侧的渗透压差（进水渗透压-产水渗透压）

其中 $\Delta P - \Delta \Pi$ 被定义为“净推动力”，在其他条件一定的时候，“净推动力”与水通量成正比。

在一般苦咸水处理环境中 $\Delta \Pi \ll \Delta P$ ，因此， J_w 可近似正比于 ΔP ，即 J_w 将随进水压力呈线性增加。由上式可见，某一特定膜的通量通常受温度、净推动力的影响，此外通量也受到为保持膜表面不受悬浮固体污堵所需的冲刷要求限制。通常，通量越高，污染速率越高，当通量超过一定值时污染速度的增加几乎是指数级的。

盐的传递和脱盐率

盐的传递速度可以用下式表示：

$$J_w \times C_p = B(25^\circ\text{C}) \times \text{TCFB} \times (C_m - C_p)$$

C_m - 膜的浓水侧溶质浓度

C_p - 膜的产水侧溶质浓度

C 表示溶质浓度(mg/L, wt%, mol/L)

$B(25^\circ\text{C})$ 表示25°C时的盐渗透系数, (cm/s, gfd)

TCFB表示B值的温度校正系数

下标m和p表示浓水侧和产水侧

当 $C_p \ll C_m$ 时 $S.P. = C_p / C_m = B(25^\circ\text{C}) \times \text{TCFB} / J_w$

脱盐率 $R = 1 - S.P.$

膜的脱盐率表示膜限制溶解性离子穿过膜的能力，通常以百分比表示。也就是说，如果膜装置的进水TDS含量为100 ppm，而产品水的溶解固体含量为2 ppm，则相应的脱盐率为98%。有时，也使用和脱盐率相对的指标，即透盐率，在以上例子中，透盐率等于2%。因为膜本身和膜元件制造工艺的限制，要达到100%的去除率是不切实际的。

膜的透盐率表示离子穿过膜的百分率，透盐率 $= 1 - R$ 。

反渗透复合膜的标准脱盐率特性如下表所示。值得注意的是表中各种离子的脱除率的测试条件不同于膜元件规范中的测试条件，因此其值略低于膜元件规范中所列出的脱除率。

| 成分 | 符号 | 脱除率% |
|-------|---|-----------|
| 钠 | Na ⁺ | 99.0-99.4 |
| 钙 | Ca ²⁺ | 99.8 |
| 镁 | Mg ²⁺ | 99.8 |
| 钾 | K ⁺ | 99.0-99.4 |
| 铁 | Fe ²⁺ | 99.0-99.4 |
| 锰 | Mn ²⁺ | 99.0-99.4 |
| 铝 | Al ³⁺ | 99.5-99.8 |
| 铵* | NH ₄ ⁺ | 85.0-99.0 |
| 铜 | Cu ²⁺ | 99.0-99.4 |
| 镍 | Ni ²⁺ | 99.5-99.8 |
| 锌 | Zn ²⁺ | 99.5-99.8 |
| 锶 | Sr ²⁺ | 99.5-99.8 |
| 镉 | Cd ²⁺ | 99.5-99.8 |
| 银 | Ag ⁺ | 99.0-99.4 |
| 汞 | Hg ²⁺ | 99.0-99.4 |
| 钡 | Ba ²⁺ | 99.5-99.8 |
| 铬 | Cr ⁶⁺ | 99.0-99.4 |
| 铅 | Pb ²⁺ | 99.5-99.8 |
| 氯化物 | Cl ⁻ | 99.0-99.4 |
| 碳酸氢根* | HCO ₃ ⁻ | 98.0-99.8 |
| 硝酸根* | NO ₃ ⁻ | 95.0-98.0 |
| 氟化根 | F ⁻ | 98.0-99.0 |
| 硅酸根* | SiO ₂ ²⁻ | 98.0-99.0 |
| 磷酸根 | PO ₄ ³⁻ | 99.5-99.8 |
| 铬酸根* | CrO ₄ ²⁻ | 99.0-99.4 |
| 亚硫酸根 | SO ₃ ²⁻ | 99.0-99.4 |
| 硫代硫酸根 | S ₂ O ₃ ²⁻ | 99.0-99.4 |
| 亚铁氰化物 | Fe(CN) ₆ ³⁻ | 99.0-99.4 |
| 溴化物 | Br ⁺ | 99.0-99.4 |
| 硫酸盐 | SO ₄ ²⁻ | 99.8 |
| 砷 | As | 99.0-99.4 |
| 硒 | Se ²⁻ | 99.0-99.4 |
| 细菌和病毒 | | 99.9 |
| 热原 | | 99.9 |

脱盐率的测试条件：进水溶液TDS 200 mg/L，操作压力200 psi (13.8 bar)、77° F(25°C)、pH7.5、回收率为15%，连续运行24小时后测试。

*脱盐率(%)取决于pH值。

回收率

反渗透系统运行过程中，大多数溶解性离子和有机物被膜元件截留，并随浓水一同排放。反渗透产水的杂质含量很低，适用于多种应用。

排放的浓水必须有足够大的流量，以带走杂质，并防止膜的进水侧发生机械性的堵塞或沉淀。为了方便系统操作，产水和进水之间的比例通常作为一个重要的运行参数使用。这个比例称为“回收率”，通常以百分比表示。例如，如果RO装置的进水流量为200 m³/hr，产品水流量为150 m³/hr，则回收率为75%。剩下的未通过膜的50 m³/hr，也就是浓水通常将被排放。回收率在数学上定义为：

回收率(%) = 产水流量 × 100 / 进水流量

产水流量和浓水流量之和等于进水流量，也可以表示为：

进水流量 = 产水流量 + 浓水流量

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

从以上说明容易推断出来，当回收率为50%时，浓水中的TDS含量大约为进水TDS含量的两倍；当系统回收率为75%时，浓水TDS含量将为进水TDS的4倍，因为几乎全部TDS都被截留在这四分之一的浓水一侧。

被反渗透去除的一些离子杂质具有饱和特性，该特性可能引起离子在膜表面的沉积和结垢，阻碍产水流过膜，并最终损坏系统。最典型的这类离子为铁和钙。因此，几乎所有的反渗透生产商都规定进水中的铁应小于0.05 ppm。

碳酸钙是温度、硬度、TDS、碱度和pH值的复合函数，可以通过Langelier饱和指数(LSI)公式进行分析。该分析应该对预期浓水进行分析。该测定方法考虑了以上讨论的回收率，并提供了合理的安全系数（只要浓水量充分）。

回收率的极限

如前所述，回收率是产水量和进水量之比。通常，一种理想情况是希望回收全部进水，但是这是不现实的，因为有以下原因：

如果所有进水都转化为产水，将没有水可以用来冲走膜表面上截留的悬浮固体物质。这样，悬浮固体物质将在膜的表面累积，并逐渐阻止产水流过膜，直至无法产生产水。

一些溶解固体，如硅、钡、锶、或钙和镁，如果和碳酸盐硫酸盐根等阴离子同时存在，将比其它溶解固体更能限制RO装置的回收率，这是由它们在水中溶解度的限制引起的。例如，进水中的硅（二氧化硅）通常是RO回收率的限制因素，因为当浓度达到100- 120 ppm时，硅（二氧化硅）将会从溶液中析出。这也就是说，如果进水SiO₂含量达到30 ppm，那么产品水回收率应控制在75%以下，因为这种回收率情况下，SiO₂浓度将浓缩4倍，导致RO浓水中硅的浓度大约为120ppm，即其溶解度的上限值。如果试图回收80%的水，SiO₂浓度将浓缩至进水浓度的5倍，也就是说，SiO₂的浓度大约在150 ppm左右，SiO₂将开始沉淀，并对膜的表面造成污染。新型阻垢剂的开发可以帮助提高部分系统回收率。

4.2.2 反渗透膜元件

当将合成半透膜材料制成膜元件时，就可以用于水的反渗透处理。通常，膜元件的材质有两种，一种是醋酸纤维素或三醋酸纤维，另外一种为塑料材质如聚酰胺或聚砜材料。根据结构来分，膜元件可分为4种，包括平板膜、管式、中空纤维、卷式膜元件，目前常用的是后两种膜元件。膜材质和膜结构型式的选择取决于诸多因素，包括水化学、空间限制，产品水水质要求，和系统预处理设计。根据本手册仅对如图4-5所示的卷式膜元件进行说明。

卷式膜由平板膜片制造，首先将平板膜片折叠，然后用胶粘剂密封成一个三面密封、一端开口的膜封套(类似于信封状)。

在膜封套内置有可为多孔支撑材料，将膜片隔开并构成产水流道。膜封套的开口端与塑料穿孔中心管连接并密封，产水将从膜封套的开口端汇入中心管，如图4-5所示。

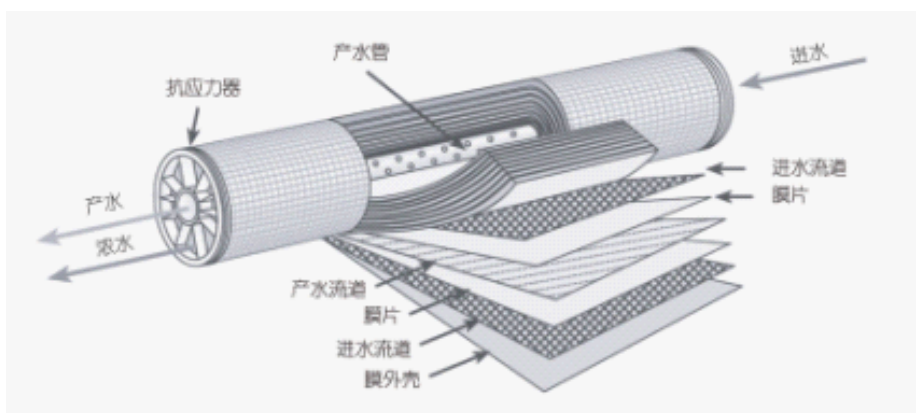


图4-5膜元件

为了使设备更加紧凑，将多个膜封套螺旋卷缠中心管。膜封套之间为塑料滤网（称为进水流道），该滤网在膜的表面上形成流道，进水通过这个流道进入元件，浓水沿流道排出元件，如图3所示。最后用半刚性的玻璃丝外缠绕层包绕形成保护层，并维持膜元件的形状，该玻璃丝外缠绕层被称为玻璃钢外壳。元件的成品尺寸通常长为40英寸，直径为4英寸或8英寸。

4.2.3 影响反渗透膜性能的因素

水通量和脱盐率是反渗透膜性能的关键参数。反渗透系统的水通量、脱盐率主要受进水压力（净推动力）、温度、回收率、进水水质、污堵的影响(其影响可详见故障诊断与解决)，其关系如下表所示

| | 水通量 | 脱盐率 |
|---------|-----|-----|
| 净推动力增加 | 上升 | 上升 |
| 温度上升 | 上升 | 下降 |
| 回收率增加 | 下降 | 下降 |
| 进水含盐量增加 | 下降 | 下降 |

从水通量方程可见($J_w=A(25^{\circ}\text{C}) \times \text{TCFA} \times (\Delta P-\Delta \Pi)$)，当净推动力增加的时候，水通量成正比地增长；同时，盐的透过速度并不显著增加，相当于将产水稀释了，因此膜的脱盐率上升。值得注意的是，上述结论在净推动压力超过一定限度的时候，水通量和脱盐率将不再增加，当然在正常的运行条件下，净推动力不会超过该限度。

当温度升高时，TCFA增大（水的粘度降低），而水通量方程的其他因素基本不变，因此水通量上升；温度对脱盐率的影响比较复杂，因为其一方面引起水通量上升，一方面也使盐扩散能力提高，这两种因素对于脱盐率的影响正好相反；但对于一般的苦咸水淡化系统来说，当温度上升的时候，盐扩散能力提高所带来的影响更大，从而使脱盐率下降。

在其他条件不变的情况下，如果是摄氏温度每降低1度，RO机器产水量将下降3%。在冬天水温明显降低的气候环境下，为了保持产水量可以选择用换热器加热，或者通过变频提高高压泵的压力。

当回收率增加(进水压力恒定)，此时浓水侧的盐浓度会上升，引起渗透压增大，导致净推动力降低，从而导致水通量下降；同时，从式 $J_w \times C_p=B(25^{\circ}\text{C}) \times \text{TCFB} \times (C_m-C_p)$

可见，浓水侧盐浓度上升，会导致 C_m-C_p 增大，引起盐透过膜的速度增大，从而导致脱盐率下降。

进水含盐量增高，渗透压增大，抵消了净推动力，导致水通量下降；同时，进水含盐量增高还会引起盐透过膜的速度增大，从而导致脱盐率下降。

5 预处理

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

5.1 定义

结垢

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

污堵

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

- 微生物污染。无论是单独的微生物污堵，还是伴随其它污染，活性微生物和他们的新陈代谢物都会引起严重的污堵问题。微生物在膜表面上附着之后，随着微生物代谢物如多糖和粘液的产生，可能形成菌落。
- 胶体和颗粒物质，如粘土、泥沙、微生物残骸、金属氧化物和金属氢氧化物。预处理部分如果工作不正常，氧化物和氢氧化物将会进入后续处理设施。
- 膜对杂质的吸附会引起水通过膜的阻力增加。天然水体中通常含有腐殖质、富里酸和丹宁酸等杂质。在预处理段添加的化学药剂（如絮凝剂），如果进入膜装置，也可能被膜所吸附。

膜降解

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

当进水水源来自于天然水体时，聚酰胺膜降解最常见的原因是氧化剂（如氯）进入膜装置。

醋酸纤维薄膜由天然高分子材料制造，因此多种微生物都可以降解这类膜。因此，当使用醋酸纤维膜时，必须在进水中加消毒剂，以防止膜的退化。醋酸纤维膜具有一定的氯耐受能。

5.2 预处理

预处理过程在很大程度上取决于进水是地下水还是地表水。通常，地下水发生污堵的倾向比较低，而大部分地表水污堵的倾向较大。地表水可能会在没有经过足够的自然过滤或生物降解之前进入浅水井，因此浅水井中的水可能具有如地表水一样，具有较高的污染倾向。污染密度指数(SDI)是一个用于度量水体污染倾向的指标，其详细信息将在本章的A节进行详细说明。作为一个指南，为了保证膜元件更好的运行，进入RO/NF膜元件的SDI15以应该低于5。在SDI15小于3时，颗粒物的污染几乎可以忽略不计。然而，微生物污染仍旧可能发生。此外，还有一种比较特殊的情况，井水可能具有较

高的胶体物质含量，而这些胶体很容易通过SDI仪器中的0.45mm滤孔，这种情况下虽然SDI值很低，但是这类进水仍旧会对膜元件造成严重的污染。

对于所有类型的原水，管道和容器都应该喷漆或者做不透明处理，以防止光线进入水中。藻类以及各种类型微生物的生长都需要光线，阻止光线进入也就阻止了这些生物的生长。温度也会影响微生物的生长。无论哪种类型的进水，当温度低于40℃时，微生物污堵的可能性随着温度的上升而增加。当从水源地到膜装置的水温持续低于12℃时，微生物污堵通常都不是主要问题。

井水

深井水通常比较洁净，悬浮固体物质含量低，因此仅需要简单的预处理就可以防止膜结垢。图5-1为典型的井水预处理系统。一些井水中会有细菌存在。最常见的细菌为铁细菌、硫酸盐还原细菌和硫化物氧化细菌。对细菌的预处理需要根据具体情况确定。

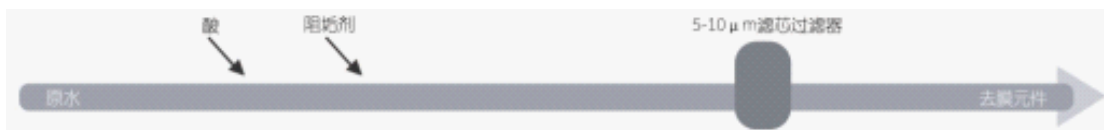


图5-1典型深井水预处理流程图

当pH低时，阻垢剂可能会沉降并引起膜污堵问题。当使用阻垢剂时，阻垢剂的加入点应尽可能远离加酸点下游，以防止局部pH值过低。对于直管来说，这个距离至少应为管径的20-40倍。

地表水

地表水水质通常随季节的变化而改变，在春季径流期间含有大量的悬浮固体物质。当秋季气温下降时，多数湖泊的上层水比下层水温度低。这种情况会引起年度的水翻滚，较冷的表层水下沉到湖底，而较温暖的底层水上升到湖的表面。这可能会导致膜装置取水点处悬浮固体含量暂时性的大幅度上升。藻类存在于所有，或几乎所有地表水体中，藻类的生长需要光线。多数藻类在水中运动，他们需要一定强度范围内的光线，这就使他们在日间的时候在水中做上下运动（阳光越强烈，藻类越向深水处运动）。如果膜设备的取水口在藻类运动的最低水位之上，可能每天会出现两次膜设备进水藻类浓度高的情况。除藻类之外，地表水中通常还有其它高浓度微生物。所有这些都使地表水进水的预处理比深井水进水预处理更为复杂。图5-2为进水为地表水时，悬浮固体的浓度低于50-100mg/L的情况下，膜系统的典型预处理流程。

如果水源的微生物浓度较低，最好不要在预处理部分加次氯酸盐。次氯酸盐会杀死并分解微生物，当氯酸盐被去除时，这些物质将成为微生物生长很好的营养物质。然而，原水中微生物过高会引起过滤器以及膜元件故障，因此必须使用消毒剂加以去除。如井水部分所述，阻垢剂的加药点必须远离加酸点下游，以防止pH值过低而引起阻垢剂沉淀。

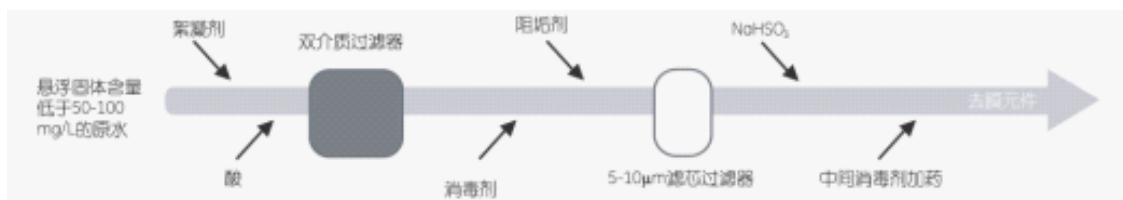


图 5-2 膜设备的典型预处理流程图

如果原水悬浮固体物质含量高于50-100mg/L，双介质过滤器很快就会被截留的固体物质充满，而不得不频繁进行反冲洗。这种情况下，可以在双介质过滤器上游增设澄清池，或者使用三层滤料过滤器，以去除大部分悬浮固体物质。凝聚剂和絮凝剂将在澄清池的上游投加。

多数情况下，可以采用中空纤维UF/MF过滤器代替双介质过滤器。在进水管路中投加凝聚剂氯化铁时，UF/MF装置的处理效果要比没有投加絮凝剂时效果要好。UF/MF预处理比双介质过滤成本要高，但是可以节省占地面积。在原水悬浮固体含量变化较大时，UF/MF预处理尤其具有优势。在这类情况下，双介质过滤器絮凝剂投加量是非常难于控制。因此滤液中可能含有过多的悬浮固体物质，导致RO/NF装置不能正常工作。UF/MF预处理，从某一方面来说，总是能提供保证较低的悬浮固体物质含量。

关于预处理操作的详细信息如下：

介质过滤器

最通常使用介质过滤器是向下流双介质过滤器，其反冲洗采用上流模式。过滤器的上层通常为较粗大的无烟煤，主要截留较大的颗粒物质，而底层介质通常为细砂，用于截留较小的颗粒物质。上层较粗大介质的密度小于下层较细介质的密度，因此在反冲洗期间介质的层结构不会发生变化。正常运行过程中的标准流率为5gallons/(minute · Ft²)。在介质过滤器的上游加凝聚剂（通常为氯化铁或明矾），可以大大改善胶体物质的去除率。这通常称为在线澄清或在线过滤。如果悬浮固体物质浓度高，应使用三层滤料过滤器以延长反冲洗周期。如果原水悬浮固体物质含量超过50-100mg/L，则可以在过滤器上游采用沉淀或澄清工艺，以去除大部分悬浮固体物质，以避免介质过滤器负荷过高。

凝聚剂

凝聚剂用于凝聚小胶体颗粒，这些胶体颗粒如不经处理将会穿过整个预过滤器，并造成反渗透膜污染。最常用的凝聚剂是氯化铁。氯化铁可以在较宽的pH值范围内发挥作用，并且很少进入后续膜装置引起膜污染问题。硫酸铝也可以作为凝聚剂使用，但是相对而言，不如氯化铁常用。因为硫酸铝只能在较窄的pH范围内使用，并且容易进入膜装置，形成氢氧化铝沉淀。不过，这种氢氧化铝沉淀在将pH值降低到4左右时可以非常容易地去除。聚合氯化铝是一种铝盐，用于凝聚处理，这种凝聚剂可以在较宽的pH值范围内发挥作用。阳离子聚合电解质也是比较有效的絮凝剂。然而，如果阳离子聚合电解质进入膜装置，可能会引起严重的膜污染，其或者直接被膜吸附，或者与阴离子阻垢剂共沉淀，形成一种胶状沉淀物，造成膜的污堵。

为了确保介质过滤器更有效地去除原水中的胶体物质，需要根据胶体的浓度确定所需凝聚剂的浓度。在原水组分迅速变化的情况下很难达到稳定的胶体去除效果。这种情况下，如果不采用介质过滤，而在絮凝剂加药之后直接微滤或超滤通常可以得到非常好的过滤效果。

除铁

二价铁通常都存在于井水中，如果水不接触氧化性物质，如空气，不会产生任何沉淀问题。空气中的氧气可以将二价铁氧化成三价铁，三价铁和水反应生成氢氧化铁，因而在膜表面沉积，对膜造成污染。该反应速率很大程度上取决于pH值。当pH值低于5时，可以不必考虑铁沉淀问题。

二价铁通常可以通过绿锰砂过滤器过滤、曝气及/或加氯处理加介质过滤去除。因此，经曝气或氯化处理的进水中，全部铁离子已经得到沉淀，而这些沉淀物质由介质过滤器去除。

加酸

对于在高pH条件下会降解的膜，通常要加酸以降低pH值，降低pH值还可以改变水的化学性质以防止膜结垢或膜污染。醋酸纤维膜通常在pH值为5-6的范围内工作，这种条件下，膜的使用寿命比pH=7时的寿命要长很多。pH值在3-10范围内，聚酰胺膜对pH的变化不敏感。但是有一点非常重要，就是加入的酸必须为铁杂质含量低的高纯酸。多数工业用酸铁离子含量很高，如果在原水中加入这类酸，会形成铁沉淀并造成膜的污染。最常使用的酸为硫酸和盐酸。硫酸会在原水中形成硫酸盐，RO膜和NF膜对硫酸盐的去除率都非常高。加硫酸的一个缺点是原水中过量的硫酸盐会降低RO装置的最大产水回收率，因为硫酸钙、硫酸钡和硫酸锶的溶解度比较低。

降低pH值可以减少进水中的碳酸盐和重碳酸盐浓度，防止反渗透元件发生碳酸钙结垢。如上所述，如果在反渗透装置的上游加硫酸铝，降低pH值还可以防止氢氧化铝污染，并减慢氢氧化铁的形成。加酸的缺点是会生成二氧化碳，而膜不能去除二氧化碳。水中高含量的二氧化碳是水具有腐蚀性，这在很多应用中是不能容忍的，必须加以去除。采用加阻垢剂代替加酸的方法，可以省去加酸之后在去除二氧化碳这一繁琐处理过程。阻垢剂可以有效的防止碳酸钙结垢，但是不能防止氢氧化铝污染。

阻垢剂和分散剂

随着浓水在膜系统中的浓缩，一些盐类的浓度将达到其溶解度限值，阻垢剂将用于防止发生结垢。阻垢剂可以延缓，但并不能永久性地阻止盐类结垢。阻垢剂可以吸附在盐晶体表面，防止或减慢盐晶体的形成。因此，带有阻垢剂的浓水应该尽快排出膜系统。在停机期间，必须立即使用淡水，或者RO产水冲洗RO装置。

不同类型的阻垢剂可以防止不同盐类的结垢。对于防止碳酸钙结垢非常有效的阻垢剂用于防止硫酸钙结垢并非一定最有效。而对硫酸钙结垢最有效的阻垢剂对于硫酸钡结垢并不一定是最有效的选择。阻垢剂有各种配方，可以减缓碳酸钙、硫酸盐硅和几乎所有杂质的晶体生长。阻垢剂生产厂家应该对他们的产品功效和加药量要求提供咨询意见。关于溶液饱和条件的信息，请参见章节B。

分散剂是用来防止胶体微粒凝聚的化学药剂，因此可以帮助穿过膜元件的胶体颗粒重新返回到浓水。一些药剂配方既含有阻垢剂也含有分散剂。

一些阻垢剂和分散剂含有机物，这些有机物是微生物的营养物质，因此会促进微生物在膜装置中的生长。如果可能，应该尽量避免使用这类药剂。

离子交换软化

除了加酸或加阻垢剂之外，离子交换软化也可以用于防止膜设备结垢。软化器可以去除二价和多价阳离子，这些离子在浓水浓缩过程中会发生沉淀。

小的胶体微粒总是能够进入膜装置。如果他们足够小，并且带有负电荷，因此互相排斥，就可以很容易的离开设备并不会引起膜的污堵。如果水中含有电荷密度高的二价和多价阳离子，他们将和胶体颗粒所带负电荷中和，从而消除胶体颗粒之间的排斥力，促使胶体颗粒凝结。在浓缩过程中，这些凝聚物将会对膜造成污染。离子交换软化器可以去除二价和多价阳离子，因而减少污染的倾向。出于经济的考虑，离子交换软化主要用在小型系统中。仅当进水硬度含量相对较低时，才可以应用于大型系统。

保安过滤器

通常使用5-10微米微纤维聚丙烯熔喷深度过滤滤芯。不得使用螺线滤芯。大多数螺线滤芯都采用表面活性剂（湿润剂）处理，这种药剂在运行过程中会释放出来，并可能干扰下游反渗透膜的运行。棉芯过滤器可能释放纤维碎屑，因而促进膜的污染。

滤网

更换滤芯时，在新的滤芯过滤器下游可能会出现异物。如果这些物质进入泵内，可能对泵造成损坏，这些碎屑还可能会损坏膜元件。因此，通常要在膜装置的进水泵前加滤网。

消毒剂

如果微生物含量较高，为了保证预处理部分的正常运行，需要加入消毒剂以杀死微生物。最常用的消毒剂为次氯酸盐，因为它具有低成本、高效率的特点。次氯酸盐的缺点是它会损坏聚酰胺膜，大部分的RO膜和NF膜都采用这种材质制造。因此，在进入膜装置之前，必须去除次氯酸盐。残存的微生物可能在膜元件内部生长，因为次氯酸盐破坏水中的微生物之后释放出了高含量的营养物质。

在使用聚酰胺膜的RO设备中，中空纤维微滤或超滤用作预处理，氯胺消毒已经有多年的成功经验。有一种说法是氯胺会损坏聚酰胺RO膜。2002年盛行的一种说法是，当存在颗粒状态的重金属，如铁的沉淀物时，氯胺会和膜发生反应，而这些重金属颗粒将作为催化剂催化这种反应。UF/MF预处理之后，重金属微粒物不会对膜造成污染，因此进水中的氯胺也不会影响聚酰胺膜。然而，如果存在重金属颗粒污染的风险，则不应让聚酰胺膜接触氯胺。

在浓度仅为0.5mg/L时，二氧化氯就具有很强的消毒能力。一项试验室研究表明，将聚酰胺RO/NF膜浸泡在10mg/L的二氧化氯溶液中数月，不会对膜造成任何损害。二氧化氯很可能可以有效控制聚酰胺膜的RO/NF系统中微生物生长。比较重要的一点是它不会产生游离氯。二氧化氯的缺点是它很不稳定，因此不得不现场生产，而且与氯相比，其成本也相对较高。

水处理药剂公司将供应用于膜系统中微生物生长控制的专利化学药剂。一个常见的方案是向进水中间歇地加入一种消毒剂，然后定期的停止膜设备，进行清洗并用另外一种消毒剂进行消毒。

氧化剂的去除

应监测进水氧化还原电位（ORP），以及时发现进水中的氧化剂，并立即采取措施处理。膜装置进水中可能存在的氧化剂主要包括氯、臭氧和高锰酸盐。

当使用聚酰胺膜时，必须从进水中去除上述的所有氧化剂。否则将会缩短膜的使用寿命。去除氯的方法同时也可以用来去除氯胺，不过该方法的去除速率较低。如在消毒剂部分所述，氯胺也可能损坏聚酰胺膜，这种情形主要发生在有三价铁存在的条件下。

当使用醋酸纤维膜时，进水中绝对不能含有三价铁、臭氧和高锰酸盐，而应含有0.5-1ppm的游离氯。

亚硫酸氢钠

亚硫酸氢钠（ NaHSO_3 ）能够快速与氧化剂发生反应，进而去除氧化剂。通常都以焦亚硫酸钠（ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ）的形式购买。一个焦亚硫酸钠分子由两个亚硫酸氢钠分子脱去一个水分子后组成。该药剂还可以以亚硫酸氢钠和亚硫酸钠的形式购买。

亚硫酸氢钠的最佳加药点在保安过滤器和水泵之间，这样保安过滤器内的微生物将受到氧化剂的控制。

游离氯在水中以次氯酸和次氯酸盐离子形式存在。测定水中的游离氯浓度之后，将以需要用来产生实际次氯酸或次氯酸盐的氯分子数量表示。分子氯和水之间的反应如下：



次氯酸分解成为次氯酸根离子的数量取决于溶液的pH值。次氯酸或次氯酸根离子中的氯原子和亚硫酸氢根发生反应，如下式所示：



因此每去除进水中一摩尔游离氯需要加入一摩尔亚硫酸氢盐。从亚硫酸氢盐的分子量来计算，需要以下浓度以去除游离氯。

| 去除1mg/L游离氯所需要的亚硫酸氢盐 | | | |
|---------------------|-------|-------|------|
| 化合物 | 焦亚硫酸钠 | 亚硫酸氢钠 | 亚硫酸钠 |
| mg/L | 1.34 | 1.47 | 1.78 |

为安全起见，大约需要在进水中加入两倍所需亚硫酸氢盐用量，即每mg/L的游离氯通常需要加入3mg/L的亚硫酸盐。

在加入膜设备的进水之前，需要将亚硫酸盐溶解在水中，并在水箱中储存。溶解之后，贮水箱中的亚硫酸盐和亚硫酸氢盐浓度会随着时间而下降，因为他们会和水中的氧气发生反应，并且溶液中会有二氧化硫产生，二氧化硫气体将跑出贮水箱。因此，溶解在水中的亚硫酸盐化合物应在以下表格规定的时间范围内使用。

| 亚硫酸盐的浓度wt% | 2 | 10 | 20 | 30 |
|------------|-----|-----|-----|-----|
| 最长的使用时间 | 1星期 | 3星期 | 1个月 | 6个月 |

活性炭

在小型设备中，可以使用活性炭滤池代替亚硫酸氢钠去除氧化剂。碳过滤器不应释放任何碳粉末，因为碳粉末会沉积在膜的表面，而且一旦沉积，几乎不可能去除。因此，在活性炭过滤池和膜装置之间必须设保安过滤器，用以截留释放的少量碳粉末。活性炭床也会经常滋生细菌，会造成膜的微生物污染。活性炭的一个优点是它可以很好的吸附非极性的有机物，而这类有机物可能对膜造成污染。

紫外线灯

真空紫外线在波长为185nm处可以有效地去除氯和氯胺。

5.3 SDI测试原理

污泥密度指数（SDI）和浊度为了检查预处理部分是否能够去除足够的进水颗粒物和胶体物质，应该每天测定几次进水的浊度（NTU）或SDI。通过SDI测定，可以及早检测到预处理部分的不正常，并在出现严重问题之前得到纠正。

SDI用于测定由0.45微米孔径过滤器截留的大颗粒物的数量。进水中的颗粒物可能很小，可以通过SDI过滤器，这种情况下，SDI的测定值可能很低，但是这种进水仍可能会对反渗透膜造成严重的污染。浊度通过光散射法测定，可以测定所有大小的进水颗粒物。然而，它不考虑由颗粒物形成的“滤饼”的水渗透率。通常，相对于浊度，SDI是判断进水污染潜力的一项更好的指标。在使用卷式膜元件的系统中，通常SDI₁₅应低于5或者浊度低于1NTU。水流中的浊度和SDI没有很好的相关关系。

测试步骤：

- 1) 在过滤器上放置一个0.45微米的微孔滤膜（醋酸纤维素）。
- 2) 打开球阀，放出空气。关闭阀门，并拧紧过滤器的螺钉。
- 3) 充分打开阀门，使用秒表立即测定在量筒中收集500 ml滤液所需要的时间。
- 4) 在充满之后15分钟后，记录收集第二个500ml样品所需要的时间。

SDI₁₅以按照下式计算：

$$SDI = [1 - (t_o / t_f)] / 15 \times 100$$

式中，

SDI₁₅-15分钟测试测定的污染密度指数

t_o - 收集500 ml隔液的初始时间，秒

t_f - 在过滤15分钟后，再次收集500 ml滤液的最终时间，秒

5.4 防垢控制计算

Langelier指数和硫酸钙饱和度、硫酸钡、硅饱和度

以下计算示例说明了根据RO系统中浓水结垢成分的饱和度测定最大回收率的方法。

LANGELIER（或Stiff-Davis饱和度）指数

保持浓水中的Langelier或Stiff-Davis饱和指数为负值，可以防止碳酸钙沉淀。浓水的Langelier饱和指数可以用以下方式计算：

- 1) 测定进水中的总碱度、钙、总溶解固体和CO₂含量。
- 2) 从RO系统的进水分析和回收率，计算浓水中的碱度、钙、总溶解固体和pH值。
- 3) 根据饱和曲线图，计算Langelier饱和指数。(PHS=C'+PCA+PALK)

LANGELIER饱和指数计算图

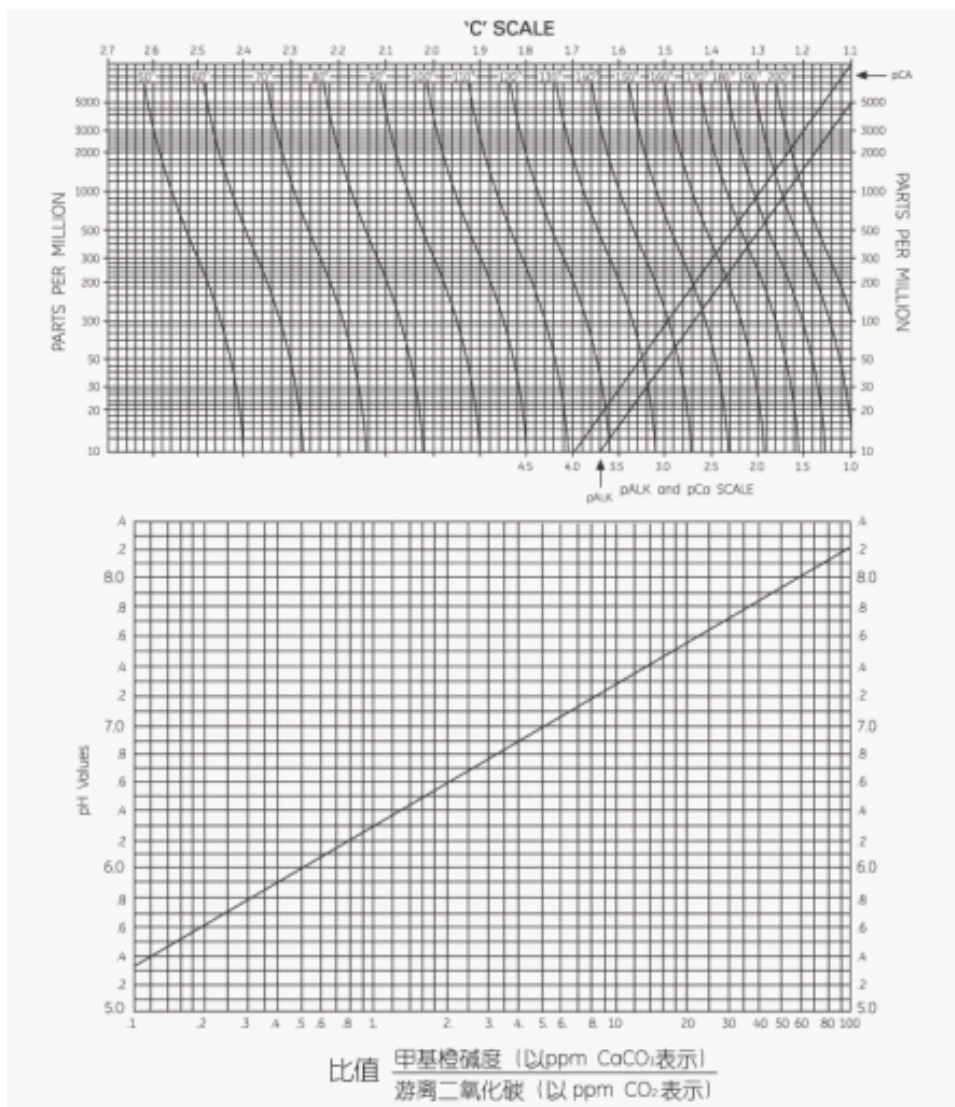


图5-3 LANGELIER饱和指数计算图

示例：

以下示例计算中，在以下假定进水分析的基础上说明该计算程序。

pH = 6.0

总溶解固体=405 ppm

总碱度（以CaCO₃计）= 10 ppm

钙（以CaCO₃计）= 65 ppm

CO₂ = 16ppm

温度 = 25°C

根据进水分析，可以估算这些物质的去除率。假定回收率为75%。

碱度=10/(1-0.75)=40mg/l

CO₂=16 ppm (CO₂没有被去除)

钙=65/(1-0.75)=260mg/l

总溶解固体=405/(1-0.75)=1620

pH=6.7(由碱度/CO₂-pH曲线计算)

从LSI曲线，可以查到pHs为7.94

因此，LSI值为6.70-7.94 = -1.24

硫酸钙饱和度

根据硫酸钙在盐水中的溶解度计算最大回收率（R_{max}）。该值必须大于设备的设计回收率。
最大回收率使用如下公式计算：

$$R_{\max} = \left[1 - \frac{1}{\sqrt{\frac{0.8 K_{sp}}{(Ca^{+2})_f (SO_4^{-2})_f}}} \right] \times 100$$

式中：

(Ca⁺²)_f(SO₄⁻²)_f - 进水CaSO₄的离子积

K_{sp} - 浓水中的CaSO₄溶度积

0.8 - 安全系数

K_{sp}可以在以下曲线中查得。用于测定K_{sp}浓度的离子强度应该为浓水的离子强度。

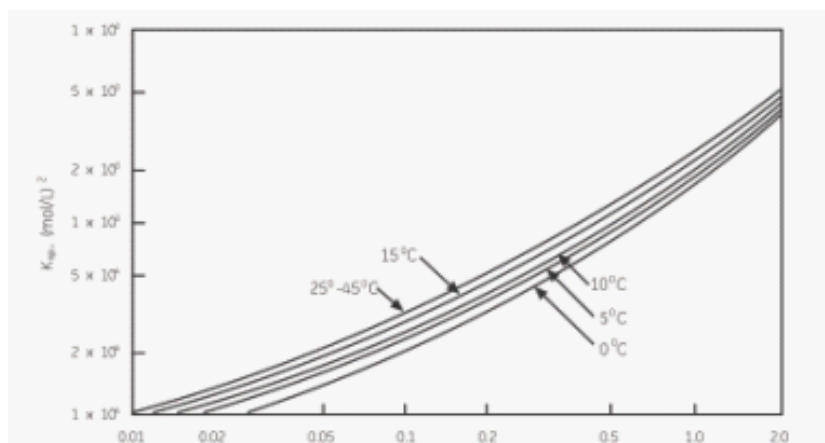
离子强度=1/2 Σ MiZi²

式中：

M - 浓水中离子i的摩尔浓度(mol/kg水)

Z - 离子i的电荷数

CaSO₄的K_{sp}与离子强度的关系



离子强度，摩尔

图5—5 CaSO₄的K_{sp}与离子强度的关系

6 系统设计与设计软件

6.1 系统设计概述

完整的反渗透/纳滤系统包括预处理系统、反渗透/纳滤装置和后处理系统。

预处理系统请参见第5章；

反渗透/纳滤装置包括保安过滤器、高压给水泵、膜元件、以一定方式排列的膜壳、管道、阀门、仪表及控制系统、装置支架及CIP清洗装置、产水储存装置等。

后处理是为了达到产水水质需要的调节，如海水淡化后调整pH、硬度，并杀菌，超纯水通常要脱除二氧化碳，或者用EDI或混床进一步处理。

本章主要讨论的反渗透/纳滤设计主要为反渗透/纳滤装置的设计。

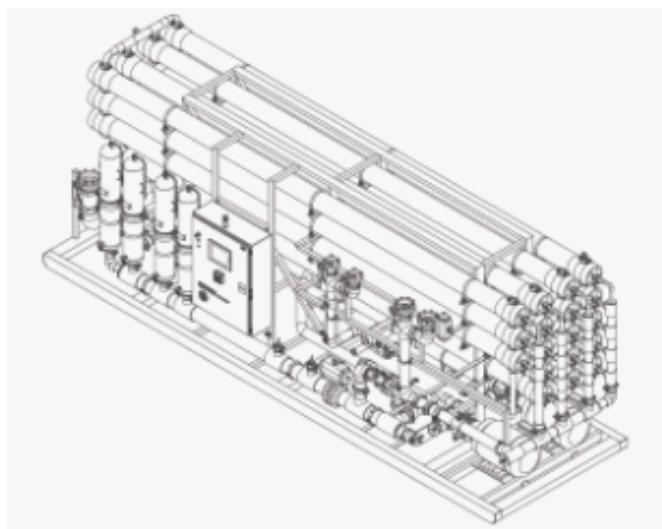


图6-1反渗透系统图（未包括CIP清洗装置、产水储存装置）

反渗透/纳滤设计主要是根据客户的要求，确定反渗透系统的产水量、回收率和系统的脱盐率；在满足产水量的前提下，设计者应通过设计优化尽可能降低能耗和膜元件成本，同时能提高系统回收率和系统长期运行的稳定性。

6.2 流程配制

6.2.1 膜组件

元件将装入一个或多个圆柱形膜壳。根据系统设计，每支膜壳可以安装1-8个膜元件。膜元件装入膜壳之后的通常称为组件。参见图6-2。

受压进水由组件或膜壳的一端进入。一部分水在压力的作用下流过RO膜壳进水口，透过膜并进入产水管，并从膜壳的产水出口流出膜元件，这部分水已被去除了大部分溶解固体和几乎全部悬浮固体物质，被称为产水。未透过膜的水和浓缩的溶解固体和悬浮固体物质一起沿膜的表面流过，并从膜壳的浓水口流出，这部分水称为浓水。

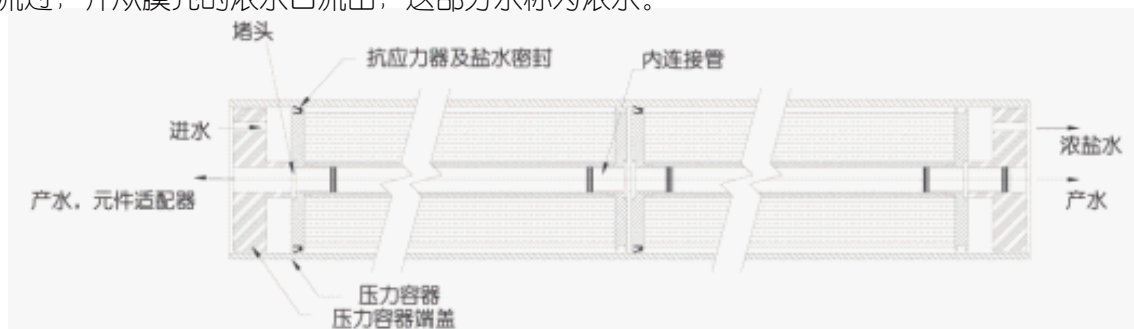


图6-2反渗透膜组件

当需要生产更多的产品水时，通常采用多个膜壳或组件按多段形式布置。

6.2.2 单段系统

在单段系统中，由一个或一个以上的膜组件并联在一起，所有组件的产水汇集到产水总管中；组件的浓水汇集到浓水总管中，浓水可直接排放，也可部分循环利用（回到RO高压泵入口），浓水循环可以提高系统的回收率。一般而言，单段系统的回收率往往小于50%。

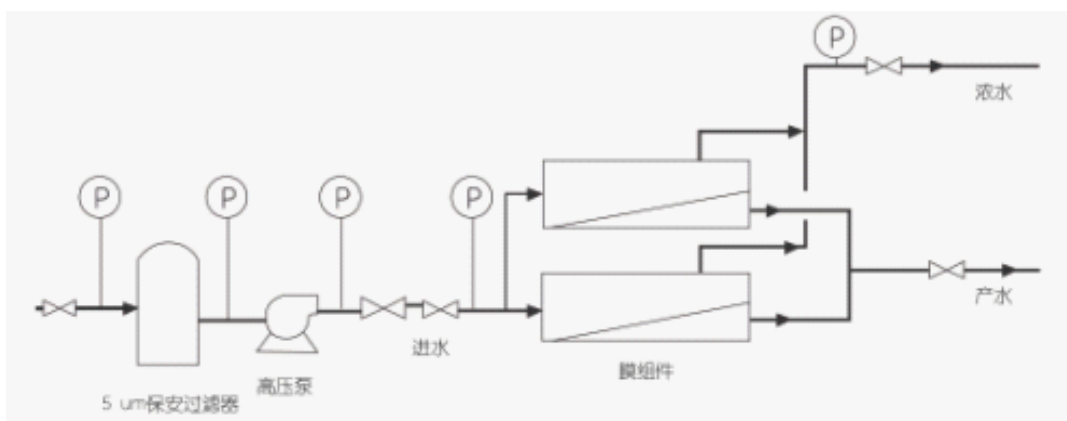


图6-3单段系统示意图

6.2.3 多段系统

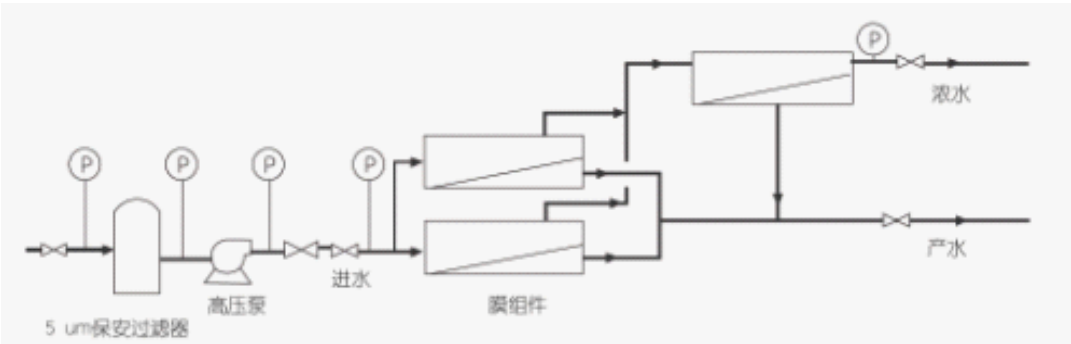
为了提高系统回收率，可以采用二段或三段设计。

进水通过压力容器的流量分布呈圣诞树型，在第一段进水流量最高，然后逐段递减，随着进水流量降低，平行的膜组件数也逐段递减。所有组件的产水汇集到总管中，组件的浓水汇集到浓水总管中，浓水可直接排放，也可部分循环利用（回到RO高压泵入口），浓水循环可以提高系统的回收率。

这种膜组件逐段递减的圣诞树型设计，目的是用于优化流过膜表面的水流分配。系统中水流分配均匀可以帮助更好的冲洗膜表面，防止悬浮固体物质在膜表面累积，引起膜污染，并降低产水率。

苦咸水淡化RO系统的设计中，一般单支膜元件的回收率为9%左右；对于流行的6芯膜组件构成的RO二段系统，第一段的回收率为50%左右，第二段的回收率为50%左右，其系统回收率为70—80%，第一段和第二段的进水量约为2:1，因此，第一段和第二段的膜组件数也一般设为2:1。

对于一个含三支组件的系统，其中两个组件并联作为第一段，而第三个组件和前面两个组件串联作为第二段。这种情况下，进入膜装置的进水首先分成流量相等的两个部分，分别进入第一段的两个组件。进入两个组件之后，两个组件所产生的产品水将在两支膜壳的产水出口处收集，两部分产水在膜元件的外部汇合进入一个产水总管。没有透过膜的那部分水和截留的溶解固体以及悬浮固体物质一起作为浓水离开第一段组件。这部分浓水经第一段浓水集水管收集，然后作为进水进入第三个组件进行处理。第二段产水和第一段产水混合，同时第二段浓水（含有绝大多数溶解性和悬浮固体）通过控制阀排出。参见图6-4。



两段系统示意图
图6-4反渗透装置分段（2:1）

6.2.4 流量平衡

当进水的TDS含量较高的时候，为了使前后段膜元件的产水负荷均匀，可以选择在第一段产水管处安装节流阀，或者在后段进水管线上安装增压泵，下表的是两种方案的比较：

| | 优点 | 缺点 |
|-------|-------|---------------------|
| 安装节流阀 | 投资成本低 | 节流阀增加了动力损失，导致系统能耗增加 |
| 安装增压泵 | 能耗较低 | 泵的投资成本较高 |

6.2.5 多级系统

为了得到品质更高的产品水，可以选择采用多级反渗透系统。

多级反渗透系统实际上是将两个传统反渗透系统串联起来，即第一级的产水可以直接作为第二级的进水。如前所述，第一级的浓水往往直接排放；不同的是，第二级的浓水水质往往比原水还要好，因此，第二级的浓水将全部回流到第一级的高压泵进口。

二级反渗透系统可以二级分别设泵，当然，从技术上来说只要不超过膜元件允许的最高压力(41bar)，仅用一个高压泵是可行的。

由于第二级的进水中悬浮物和TDS含量很低，进水十分干净，因此第二级的平均通量可以设的较高(~20GFD)，对于六芯膜组件第二级的两段系统，其回收率可以达到85~90%。

由于第一级反渗透的产水往往偏酸性，这不利于系统的脱盐（比如去除CO2或者SiO2），因此往往可以在第二级进水中加碱（NaOH溶液），提高pH值，这样可以大幅提高CO2 和SiO2去除效果，降低产水的电导。

6.3 系统设计资料收集

为了为您提供最经济可行的方案，请尽可能收集如下信息。

| | | |
|---------------------------------|--|------------|
| 登记序号 | | |
| 客户信息： | | |
| 公司名称： | | |
| 联系人： | | |
| 联系地址： | | |
| 电话 | 传真 | E-mail |
| 技术参数： | | |
| 请从如下行业中选取一项： | | |
| 行业 | 电力、电子、半导体、化工、石化、汽车、钢铁、食品与饮料行业、医药、市政废水、工业废水 | |
| 用途 | 是一个新系统还是对原有系统的改造。改造的原因是：系统能力不足，比如采用反渗透系统取代阴阳床技术更新，比如用EDI系统取代混床 | |
| 已有系统的详细情况 (系统能力扩大还是技术更新) | 请列出已有系统的详细情况 比如：如要改造EDI系统，请提供Ro系统产品水的详细水质分析表 | |
| 报价中需要有运行成本的比较吗？ | 是或否 (注：提供RO系统的运行成本比较，请提供电费，每年的膜及树脂消耗量。对阴阳床/混床系统，请提供酸碱消耗量) | |
| (是否有限制条件) | 请详细填写 (是否有场地限制或废水处理设施) | |
| 产水用途 | 请详细填写 (比如：锅炉补给水、冷却塔补给水、现有阴阳床/混床供水，更换现有混床) | |
| 如果用于医药/制药行业，请注明卫生等级 | 纯水等级 | 其他 |
| 运行时间：小时/天 | | |
| 电源 | | |
| 预处理工艺的描述 | | |
| 后处理工艺的描述 | | |
| 客户对反渗透系统和EDI系统的要求(产水量，回收率，脱盐率等) | | |
| 水源特性 | 井水 | 市政自来水 |
| | 地表水 | 废水二级或三级处理水 |
| | 其他 | |
| 水温情况： | 最低 | 最高 |
| | 平均 | 设计 |
| 水源的季节性变化： | | |

| 名称 | 原水水质分析 (mg/L) | 产水 客户所要求的产品水水质 | |
|--------------------------------|------------------|---------------------|--------------------------|
| | 以离子计 | 以 CaCO_3 计 | 以 CaCO_3 计或以离子计 |
| 钡离子(Ba^{2+}) | | | |
| 钙离子(Ca^{2+}) | | | |
| 铁离子(Fe^{3+}) | | | |
| 亚铁离子(Fe^{2+}) | | | |
| 钾离子(K^+) | | | |
| 镁离子(Mg^{2+}) | | | |
| 锰离子(Mn^{2+}) | | | |
| 钠离子(Na^+) | | | |
| 铵根离子(NH_4^+) | | | |
| 锶离子(Sr^{2+}) | | | |
| 铝离子(Al^{3+}) | | | |
| 溴离子(Br^-) | | | |
| 氯离子(Cl^-) | | | |
| 氟离子(F^-) | | | |
| 碳酸氢根(HCO_3^-) | | | |
| 碳酸根(CO_3^{2-}) | | | |
| 硝酸根离子(NO_3^-) | | | |
| 亚硝酸根离子(NO_2^-) | | | |
| 硫酸根离子(SO_4^{2-}) | | | |
| 磷酸根离子(PO_4^{3-}) | | | |
| 活性二氧化硅(SiO_2) | | | |
| 惰性二氧化硅(SiO_2) | | | |
| 余氯(Cl_2) | | | |
| 硼离子 (B) | | | |
| 二氧化碳(CO_2) | | | |
| 硫化氢(H_2S) | | | |
| pH | | | |
| 温度($^{\circ}\text{C}$) | | | |
| 总可溶解性盐(TDS)(mg/L) | | | |
| 电导率($\mu\text{S}/\text{CM}$) | | | |
| 总有机碳 (TOC)(mg/L) | | | |
| 生物耗氧量(BOD) | | | |

| 名称 | 原水水质分析 (mg/L) | 产水 客户所要求的产品水水质 | |
|---------------------------|------------------|---------------------|--------------------------|
| | 以离子计 | 以 CaCO_3 计 | 以 CaCO_3 计或以离子计 |
| 化学耗氧量 (COD) | | | |
| 浊度(NTU) | | | |
| 悬浮颗粒物(SS)(mg/L) | | | |
| 污染指数 (SDI ₁₅) | | | |
| 硬度 | | | |
| 总碱度(甲基橙碱度) | | | |
| 碳酸根碱度(酚酞碱度) | | | |
| 细菌(个/mL) | | | |
| 其他 | | | |

6.4 系统设计指南

| Windows RO 膜元件设计指南 | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|---------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|
| 水源 | | | RO产水 | 苦咸地下水 | 地表苦咸水 | | 沙滩井海水 | 表面海水 | | 二级废水 | | MBR出水 | PERO | | |
| 预处理 | | | RO | | MP/JP | 传统的 | | MP/JP | 传统的 | MP/JP | 传统的 | MBR | 自来水 | 废水 | 2级 |
| 参数 | 条件 | 单位 | | | | | | | | | | | | | |
| SDI15 | Max | | 1 | 3 | 3 | 5 | 3 | 3 | 5 | 3 | 5 | 2 | | | |
| 产水通量 | 最大平均值 | gfd | 24 | 18 | 18 | 14 | 12 | 12 | 10 | 12 | 10 | 14 | 30 | 25 | 35 |
| | 典型范围 | gfd | 18-24 | 14-18 | 14-18 | 10-14 | 8-12 | 8-12 | 6-10 | 8-12 | 6-10 | 10-14 | | | |
| 首支膜元件通量 | 最大 | gfd | 30 | 26 | 24 | 20 | 25 | 25 | 18 | 18 | 16 | 20 | 32 | 28 | 40 |
| 膜元件回收率 | 最大(通量>1) | % | 35 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 40 | 33 | 50 |
| | 最大(通量>1) | % | 35 | 22 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 40 | 33 | 50 |
| B值年增加% B/yr | Default Value | % | 2 | 5 | 5 | 7 | 5 | 5 | 7 | 10 | 15 | 5 | | | |
| A值年衰减% A/yr | Default Value | % | 2 | 3 | 3 | 5 | 4 | 5 | 7 | 10 | 15 | 5 | 3 | 5 | 2 |
| 最大进水流量 | 16" 膜元件 | gpm | 300.0 | 300.0 | 260.0 | 240.0 | 300.0 | 260.0 | 240.0 | 220.0 | 200.0 | 260.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 8" 膜元件 | gpm | 75.0 | 75.0 | 65.0 | 60.0 | 75.0 | 65.0 | 60.0 | 55.0 | 50.0 | 65.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 4" 膜元件 | gpm | 18.0 | 18.0 | 14.0 | 13.0 | 18.0 | 14.0 | 13.0 | 12.0 | 11.0 | 14.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 2.5" 膜元件 | gpm | 6.0 | 6.0 | 5.0 | 4.0 | 6.0 | 5.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 5.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 16" 膜元件 | gpm | 32.0 | 32.0 | 40.0 | 40.0 | 40.0 | 40.0 | 40.0 | 40.0 | 40.0 | 40.0 | 56.0 | 80.0 | 40.0 |
| 最小排水流量 | 8" 膜元件 | gpm | 8.0 | 8.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 14.0 | 20.0 | 10.0 |
| | 4" 膜元件 | gpm | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 4.0 | 5.0 | 2.0 |
| | 2.5" 膜元件 | gpm | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 2.5" 膜元件 | gpm | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

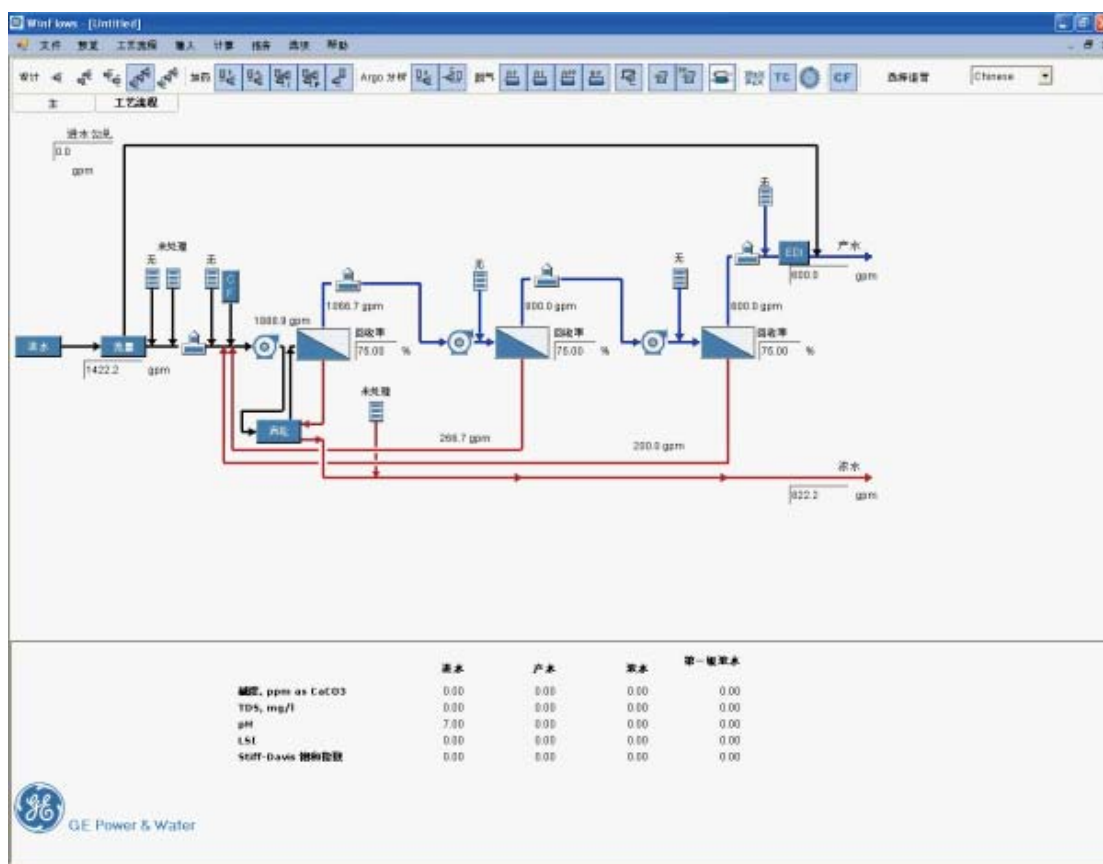
注意: 单击“单位”单元将更改为其他单位

确认

设计前，用户可使用本对话框查看一些重要的设定。

6.5 Winflows™ 使用指南

6.5.1 WINFLOWS 3.02版 简介



Winflows™是GE水处理工艺过程处理公司专为反渗透和纳滤系统用户开发的设计辅助软件。目前最新版本为Winflows™3.02。秉承Winflows多年以来的优良传统，新版本从RO系统配置的多样化选项及参数精细计算和RO装置的辅助配套系统集成两个方面功能都进行了强化和扩展。RO系统配置包含了多级多段系统目前有应用的各种工艺选项，比如二、三级的浓水回流、原水勾兑、分流部分二级等，从膜元件参数可以得到系统中每一支膜元件的进水和产水水质、流量和压力数据。新版本Winflows集成了保安过滤器、化学处理（加药和离子交换）、脱气、Argo分析（阻垢剂）、EDI以及主流的能量回收系统，为用户提供了一个非常全面的整体化解决方案。

6.5.2 程序应用概述

工具栏 — 主窗口



从左到右排列的图标代表的功能分别为打开新文件、打开已有文件、保存文件、计算器、设计助手、自动设计和检查网站的数据库更新。

工具栏 — 工艺流程



从左到右排列的图标代表的功能分别为单级、双级、段浓水分段、三级浓水循环至一级进水、三级浓水循环至二级进水、进水前加药、进水后加药、级间加药、产水前加药、产水加药、Argo分析进水、浓水、进水脱气、级间脱气、产水前脱气、产水脱气、进水勾兑勾兑、级间泵、产水泵、EDI、功和压力交换器、涡轮增压器、Pelton轮Pelton轮和 筒式过滤器。

菜单命令



文件



预览



- 错误：查看项目设计/计算中的警告和错误。
- 流股数据：查看流股水质数据，可以进行导出和导入操作。
- 资源管理器：查看重要指标/参数的状态。计算完成后即自动弹出。

工艺流程



输入



| | |
|------------------------------|---|
| 项目信息，工艺流程，进水，流量，膜堆数据，加药，脱气，泵 | 用户可选择对象的对话框（窗口），输入相应的详细数据。窗口上有明确的命令按钮和标签。 |
|------------------------------|---|

计算

计算

计算： 执行给定数据的计算。

报告菜单



生成报告： 使用本功能生成选择选项的报告。

报告选项： 用户可以选择生成哪项报告。

选项

- 单位：

用户可选择温度、压力、流量、膜元件通量和功率的单位。
- A & B 因子：

用户可选择输入RO设计所用膜元件的使用期或A值和B值。



- 泵：

用户可设定高压泵的排放（仅对单级设计可用）。
- 设置功能：

用户可在不同温度和膜元件使用期情况下对整个项目进行敏感性分析，它们的最大区间分别为10和5。
- 产水分流与混合：

用户可将项目中两个或多个分流与产水流混合，报告中显示的结果为混合流。
- 多段组合段：

用户可以在报告中组合一个或多个段，组合标准为：组合段必须相邻、最多组合八个段、段间零压降以及各段渗透压力必须相同。
- Capex/Opex：

用户可使用Capex计算膜、膜壳、泵和脱气塔的资本开支。pex还可以计算加药系统的运行成本和电力成本。
- 加载附加元件：

输入正确的口令后，用户可以加载附加膜元件，否则加载的是默认膜。

帮助

帮助：帮助用户浏览Winflows各个部分的所有功能。



RO设计指南：打开帮助窗口“如何设计简单的Winflows项目”关于：打开“关于“Winflows窗口。该窗口中含有版本和版权信息。
设计指南：现在，用户可通过工艺流程上的选项菜单，查看 设计指南。

Argo分析



用户可以使用本对话框，选择适用于给定组成成分的进水的反渗透阻垢剂。还可以使用本特征计算给定pH/LSI/S&DI下，对饱和的影响以及各种酸碱条件的化学品数量。分析使用的第一级浓水管线，也具有这一功能。

EDI

EDI

进水水质分析

EDI

输入/系统参数

| 参数 | 单位 | 价值 |
|---------------|-----------|----------|
| 目标电阻 | MΩ-cm | 16 |
| 产水流量 | gpm | 99.029 |
| 单只膜块流量 | gpm | 15.0 |
| 目标二氧化硅(SiO2) | ppb | 0 |
| 整流器效率 | % | 70 |
| 整流器直流输出 | Volts | 300 |
| 温度 | C | 32.000 |
| 总可交换阴离子 | ppm CaCO3 | 0.000 |
| 总可交换阳离子 | ppm CaCO3 | 0.000 |
| 二氧化碳 (CO2) | ppm | 0.000 |
| 碱度 | ppm CaCO3 | 0.000 |
| 硬度 | ppm CaCO3 | 0.000 |
| 二氧化硅 (SiO2) | ppb | 0.000 |
| 电导率@ 25°C | μS/cm | 0.000 |
| 电荷平衡 | | 0.00e+00 |

计算的输出参数

| 参数 | 单位 | 价值 |
|-----------|---------|-------|
| 产水流速 | gpm | 0.0 |
| 产水电阻 | MΩ-cm | 0.0 |
| 产水保证二氧化硅值 | ppb | 0.0 |
| 预计产水二氧化硅 | ppb | 0.0 |
| 预计产水最大钠值 | ppb | 0.0 |
| 预计最大产水氯离子 | ppb | 0.0 |
| 最大允许恢复 | % | 0 |
| E-cell模块数 | Number | 0 |
| 电流 | Amps | 0.0 |
| 电压 | Volts | 0.0 |
| 直流电功率 | kW | 0.000 |
| AC功耗 | kW | 0.000 |
| 交流能量 | kWh/ m3 | 0.000 |
| 最小产水压力 | psi | 0 |
| 预计产水压力 | psi | 0.0 |
| 进水口 | gpm | 0.0 |
| 浓水排放 | gpm | 0.0 |
| 极水排放 | gpm | 0.0 |

保存 EDI水质分析

打开 EDI水质分析

计算

取消

确认

注意：首先按“平衡”按钮，如果需要则单击“添加钠/氯”。

用户可使用本对话框，选择已用EDI (电去离子)、功能独立或仅在最终的产水管线上。功能独立时，进水组成应人工输入EDI计算模块，该模块会纯化进水，并显示输出结果。在所有其他情况下，EDI在除盐时复制去RO产水流股。其在产水分流时的工作原理与此相同。

能量回收（ERD）单元配置

通过该选项配置所需的功交换器、压力交换器、涡轮增压、Pelton轮等各种能量回收单元。

投资成本及运行成本（Capex / Opex）

投资/运行成本

投资

膜元件与膜壳

| 名称 | 膜元件计数 | 膜壳编号 | 膜元件成本 | 膜壳成本 | 膜元件寿命 (年) | 膜壳寿命 (年) | 膜元件总成本 | 膜壳总成本 | 膜元件成本/m3 | 膜壳成本/m3 |
|---------|-------|-------|-------|------|-----------|----------|--------|-------|----------|---------|
| AG8040F | 56.00 | 14.00 | | | | | | | | |

产水流量 (m3/h)

22.50

膜元件与膜壳总成本/m3

0.00

年运行时间 (天)

0.00

加药

| 名称 | 质量流量 (kg/h) | 成本/kg (\$) | 成本/m3 产水 (\$) |
|----|-------------|------------|---------------|
|----|-------------|------------|---------------|

药剂总成本/m3 (\$)

0.00

泵

| 名称 | 能耗 (kwh/m3) | 电费 (\$/kwh) | 成本/m3 产水 (\$) |
|-----------|-------------|-------------|---------------|
| HP Pump | 0.40 | | |
| Booster 1 | 0.35 | | |

泵总成本/m3 (\$)

0.00

脱气塔

选择的脱气塔数量

0

成本/脱气塔 (\$)

0.00

总成本 (\$)

0.00

脱气塔寿命 (年)

0.00

总成本/m3 产水 (\$)

0.00

结果

设备总成本 (\$)

0.00

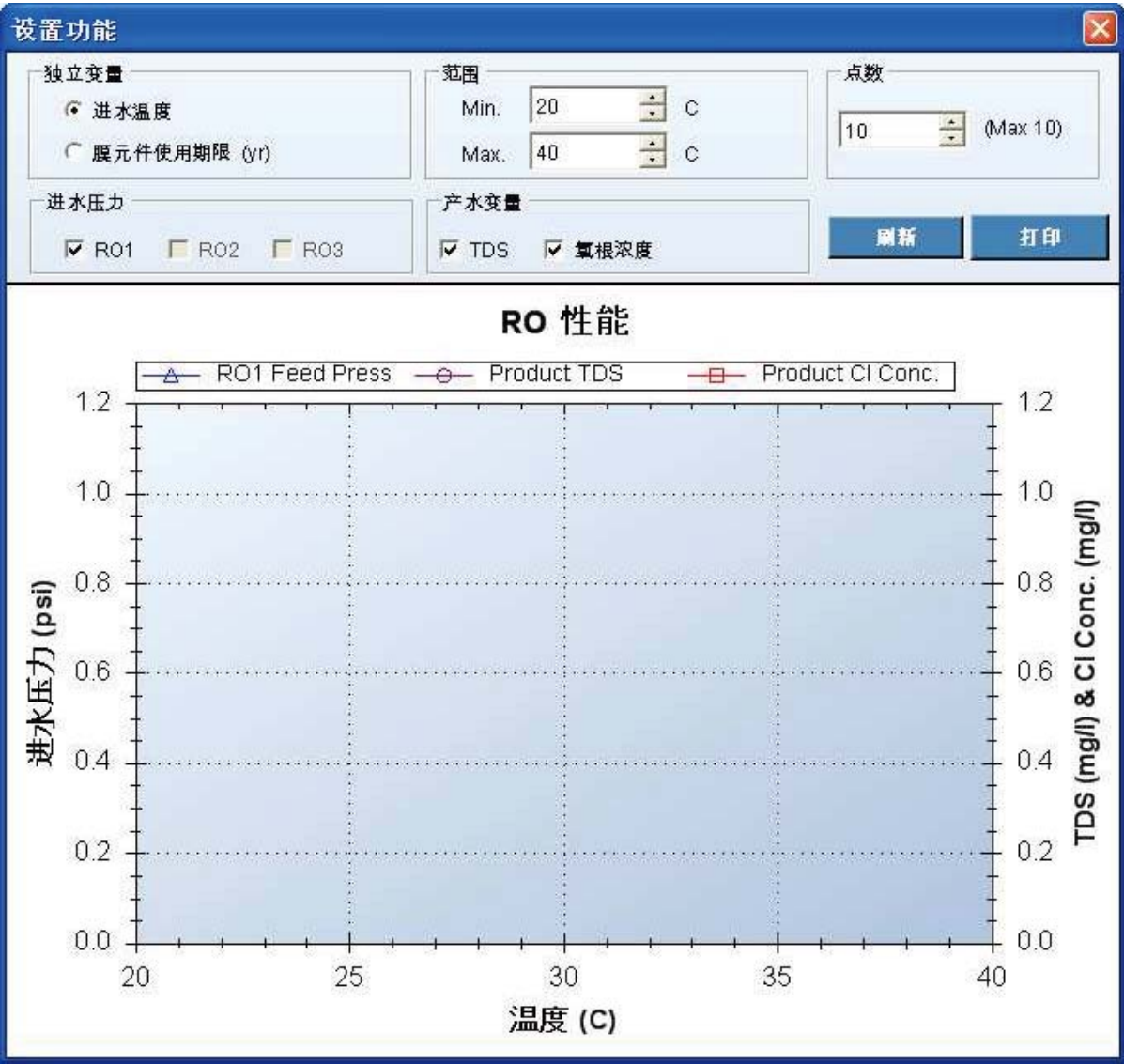
总运行成本/m3 (\$)

0.00

计算

用户可使用本对话框，计算部分Capex和Opex值。Capex计算包括元件、膜壳和脱气塔。Opex可计算加药化学物质成本和泵能量成本。

趋势图设定



用户可使用本对话框，在温度间隔10℃和元件使用期限间隔为5年的条件下，进行进水压力、TDS和氯化物浓度灵敏度分析。

筒式过滤器（保安过滤器）

筒式过滤器

| 过滤器 | P/N | T/E | 微米 |
|---------------|---------|-----|----|
| RO.Zs 01-20 | 1236262 | 2 | 1 |
| RO.Zs 01-30 | 1236266 | 3 | 1 |
| RO.Zs 01-40 | 1236268 | 4 | 1 |
| RO.Zs 01-50 | | 5 | 1 |
| RO.Zs 01-60 | | 6 | 1 |
| RO.Zs 01-70 | | 7 | 1 |
| RO.Zs 05-20 | 1236263 | 2 | 5 |
| RO.Zs 05-30 | 1236267 | 3 | 5 |
| RO.Zs 05-40 | 1236269 | 4 | 5 |
| RO.Zs 05-50 | | 5 | 5 |
| RO.Zs 05-60 | | 6 | 5 |
| RO.Zs 05-70 | | 7 | 5 |
| SWRO.Zs 01-40 | | 4 | 1 |
| SWRO.Zs 01-50 | | 5 | 1 |
| SWRO.Zs 01-60 | | 6 | 1 |

流量169.35

过滤器数量11

过滤器 DP0.82

流量/标准滤芯4

11 RO.Zs 05-40 在滤芯 4 gpm 支标准滤芯。
dP 新的过滤器 = 0.82 psi.

取消

确认

用户可使用本对话框，选择适合进水条件的筒式过滤器的种类。

6.5.3 入门教程

项目信息

项目信息

联系信息

项目名称*

地点


工程师

电子邮件

电话

注意

附件

Power & Water

取消

确认

用户可使用本对话框输入项目信息。本信息用于识别Winflows生成的报告。在输入菜单上选择项目信息命令，即可打开本对话框。

工艺流程设置

设计助理的第二步（专家模式）是设定控制设计的性质：渗透流股的性质或体积，加药化学品，脱气，进水勾兑，循环 EDI 和 ERD。

关于 Winflows

流程类型

☒ 单级

☐ 双级

☐ 浓水分段

☐ 三级-浓水循环至第一级进水

☐ 三级-浓水再循环至第二级进水

选项

加药

☐ 进水后加药

☐ 产水加药

☐ 进水前加药

☐ 产水前加药

☐ 级间加药

☐ Argo 分析

脱气

☐ 进水脱气塔

☐ 产水脱气

☐ 级间脱气

☐ 产水前脱气

Others

☐ 进水勾兑

☐ 级间泵

☐ 产水泵

☐ EDI

能量回收设备

☒ None

☐ 功/压力交换器

☐ 涡轮

☐ Pelton轮

取消

确认

进水设定

设计助理的第三步（专家模式）是提供进水流股的化学组成的信息。

水类型

进水水质分析

选择水源

武威地表水（常规）

选择水类型

用户定义

| 离子 | mg/l | meq/l | ppm as CaCO3 |
|-------------|------|--------|--------------|
| 钙 (Ca) | 0.00 | 0.0000 | 0.00 |
| 镁 (Mg) | 0.00 | 0.0000 | 0.00 |
| 钠 (Na) | 0.00 | 0.0000 | 0.00 |
| 钾 (K) | 0.00 | 0.0000 | 0.00 |
| 氮 - N (NH4) | 0.00 | 0.0000 | 0.00 |
| 钡 (Ba) | 0.00 | 0.0000 | 0.00 |
| 锶 (Sr) | 0.00 | 0.0000 | 0.00 |
| 铁 (Fe) | 0.00 | 0.0000 | 0.00 |
| 锰 (Mn) | 0.00 | 0.0000 | 0.00 |
| 总阳离子 | 0.00 | 0.0000 | 0.00 |
| 硫酸盐 (SO4) | 0.00 | 0.0000 | 0.00 |
| 氯化物 (Cl) | 0.00 | 0.0000 | 0.00 |
| 氟化物 (F) | 0.00 | 0.0000 | 0.00 |
| 硝酸盐 (NO3) | 0.00 | 0.0000 | 0.00 |
| 溴化物 (Br) | 0.00 | 0.0000 | 0.00 |
| 磷酸盐 (PO4) | 0.00 | 0.0000 | 0.00 |
| 硼 (B) | 0.00 | 0.0000 | 0.00 |
| 二氧化硅 (SiO2) | 0.00 | 0.0000 | 0.00 |
| 硫化氢 (H2S) | 0.00 | 0.0000 | 0.00 |
| 碳酸氢盐 (HCO3) | 0.00 | 0.0000 | 0.00 |
| 二氧化碳 (CO2) | 0.00 | 0.0000 | 0.00 |
| 碳酸盐 (CO3) | 0.00 | 0.0000 | 0.00 |
| 总阴离子 | 0.00 | 0.0000 | 0.00 |

多股进水

设计导则

添加钠

添加氯

清除值

平衡

参数

总碱度 (ppm as CaCO3)

120.00

TDS (mg/l)

0.00

pH

7.00

温度 (C)

25.00

SDI

4.00

回收率(%)

75

难溶盐饱和度数据

BaSO4

0.00 %

CaF2

0.00 %

CaSO4

0.00 %

SiO2

0.00 %

SrSO4

0.00 %

CaPO4

0.00 %

磷酸氢钙

0.00 %

LSI

0.00

Stiff-Davis 饱和指数

0.00

渗透压

0.00 psi

电导率

0.0 μS/cm

注意：碱度是输入值

首先按“平衡”按钮，如果需要则单击“添加钠/氯”。

保存EDI水质

打开EDI水质

取消

确认

用户可使用本对话框，输入选择膜元件或化合物的浓度，也可以从 Water Analysis（水分析）下拉列表中选择进水物流。在本例中，输入的是自定义组成。为了确保电子平衡，项目会调整钠或氯的浓度。

流量设定

流量

进料

☒ 指定产水

600.00

gpm

☐ 指定进水

gpm

☐ 指定浓水

gpm

总体

第一级回收率

75.00

%

第二级回收率

75.00

%

第三级回收率

75.00

%

浓水循环

☐ 指定流量

☒ 指定百分比

R01 至 R01 进水

0.00

%

R02 至 R02 进水

0.00

%

R02 至 R01 进水

100.00

%

R03 至 R03 进水

0.00

%

R03 至 R02 进水

100.00

%

进料旁通

☒ 指定流量

0.00

gpm

☐ 指定百分比

0

%

取消

确认

用户可在本窗口上输入RO回收率，流量，加药和酸碱度。

151

膜堆设定

反渗透元素数据

1级2级3级

RO 参数

回收率 %90

产水分流 (上游部分) (gpm)0.00

| 段 | 膜壳 | 单只膜壳膜元 件数 | 膜元件类型 | 膜元件使 用期限 (yr) | A-值每年 % 变化 | B-值每年 % 变化 | 产水压力 (psi) | 段间压 力损失 (psi) | 段间增 压 (psi) | 膜元件 信息 |
|---|----|--------------|------------|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------------|----------------|-----------|
| 1 | 12 | 7 | AG8040F400 | 0.00 | 1 | 1 | 0.00 | 0.00 | | --- |
| 2 | 5 | 7 | AG8040F400 | 0.00 | 1 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | --- |
| 3 | 0 | 0 | AG8040F400 | 0.00 | 2 | 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | --- |
| 4 | 0 | 0 | | 0.00 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | --- |
| 5 | 0 | 0 | | 0.00 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | --- |
| 6 | 0 | 0 | | 0.00 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | --- |

检查网络最新数据

膜元件使用期限计算器

取消

确认

类型AG Brackish Water RO

区域399.84 ft^2

额定流量7.29 gpm

测试压力225.00 psi

脱盐率99.50 %

测试 TDS2000 NaCl

最大压力600.00 psi

设计助理的第四步（专家模式），即最后一步是设定并联膜组、膜壳的数量和每个膜壳RO膜元件的类型和数量。输入本窗口需要的数据后，设计助理自动完成完成设计。设计助理仅设置第一个膜堆。在本例中，第二级膜堆和第一级膜堆相同。用户可选择调整任一膜堆的结构以优化产水水质，将系统成本最小化。用户单击 Finish（完成）后，程序对设计进行计算，并汇编结果以待检查。

- 典型水质系统设计基本规律

污水回用：低通量（18-22LMH）、低单支膜元件回收率、高给水/浓水流速(前段流速相对较高)、较厚给水隔网(31)、大型系统推荐使用7米膜壳、<2:1排列。

海水淡化：采用7芯或8芯制设计。

二级反渗透：高通量（35-43LMH）、高单支膜元件回收率、低给水/浓水流速、薄给水隔网(26/28mil)，推荐采用4-5米膜壳、3:1排列。

段间增压泵：给水TDS 大于2500mg/l时需要考虑设置段间增压泵，大于3500mg/l时必须配置。

资源管理器



程序完成所选设计的计算后，就会出现本窗口。系统资源管理器显示结果概要，并警示用户出现的任何错误或设计的潜在问题。摁下F11或选择视图菜单上的错误菜单项，即可查看错误。错误分析会给出解决问题的方法建议。

报告



选择报告菜单上的生成报告菜单项，即可打开本窗口。在报告选项部分，用户可选择任何希望显示在excel 表格上的报告。报告在单独的表上给出以下部分信息。

| | |
|-------------|---|
| 输入数据概要： | 用户可查看在项目中输入的所有数据。 |
| 结果概要： | 用户可查看进水分析。 |
| 工艺数据表： | 用户可查看工艺方面的所有计算输出，如流量、泵、脱气塔、加药器和Argo分析。 |
| 流股信息： | 用户可查看所有流股数据。 |
| 膜元件详细数据： | 用户可查看详细的膜堆数据。 |
| EDI： | 用户可查看EDI输出数据。 |
| ERD： | 用户可查看ERD（功交换器/压力交换器，涡轮增压器和Pelton轮）输出数据。 |
| Capex/Opex： | 用户可查看项目的投资和运行成本。 |

免责声明：在Winflows 3.0.2上进行的项目模拟并不保证项目性能，而仅是一种服务。使用本文件的信息时，请进行良好的工程判断。

设计结果的评价

- 结垢可以控制：难溶盐饱和指数均在阻垢剂有效范围内。
- 产水通量分布均衡：前后段通量尽量接近。
- 浓差极化因子 β 值较小且分布平均。
- 各段单支膜壳浓水流量大于4.0-5.0 m³/h。
- 需要考虑一些项目本身强调的因素，比如投资成本、运行成本、水利用率、产水水质及废水排放等，不同的设计侧重会有差别较大的方案。

7 实用操作指南

7.1 醋酸纤维素膜与聚酰胺膜系列元件

超滤/纳滤/反渗透等膜设备上主要有两种商业化膜产品：醋酸纤维素膜(CA)和聚酰胺(PA)复合膜系列(TFC)。

常用水质指标

| | CA 膜 | PA(TFC)膜 |
|---------|--------------|---------------|
| 表面电荷 | 中性 | 负电性 |
| 压力 | 300-600 psi | 150-450 psi |
| 温度 | 35 °C (95°F) | 50 °C (122°F) |
| 工作 pH 值 | 4-6 | 3-11 |
| 游离氯容忍值 | 可达 1.0 ppm* | 无 |

*1ppm游离氯中暴露长达1000小时。

注：

1. CA膜具有耐氯性能，因此通常应用于市政饮用水或饮料行业。
2. 清洗CA膜时，清洗液pH值不得超过7.5，因为pH值过高可能导致膜的损坏。

PA膜的优点：

1. 总运行成本低
2. 运行压力低
3. 脱盐率高
4. 能耗显著降低。

CA膜的优点

1. 氯和氧化剂的耐受能力-CA膜最高可以耐受1ppm的游离氯。氯和氧化剂会造成PA膜损坏。
2. 适用于生物污染风险高的应用-氧化剂耐受能力使得CA膜能够用于解决微生物污染问题。即使持续投加氧化性的消毒剂(如氯等)，膜也不会受到损坏。
3. 不易发生污堵-与PA膜和聚砜(PS)膜相比，CA膜的抗污染能力更强。

CA膜的缺点：

1. 水解 - CA膜中位于聚合体上的醋酸基团会水解。由于水解和pH值有关，为了保证CA膜正常工作，其工作pH值应保持在4.0 - 6.0之间。一旦发生水解，膜将丧失脱盐能力。
2. 使用寿命短— 由于存在水解问题，CA膜的使用寿命一般不超过3年，而PA膜的使用寿命通常可以达到3 - 7年。
3. 运行压力高一CA膜要求运行压力在400psi左右，以保证正常的通量和脱盐率。
4. 固定设备投资大一相比于PA膜设备，CA膜的运行压力较高，这就要求使用大功率的泵以及较贵的膜壳，因此CA膜设备的固定投资较大。

脱盐率

| | CA 膜 | PA 膜 |
|------|---------|---------|
| 钠 | 85-99% | 96-99% |
| 氯 | 85-99% | 96-99% |
| 钙 | 90-99+% | 98-99+% |
| 镁 | 90-99+% | 98-99+% |
| 硫酸根 | 90-99+% | 98-99+% |
| 重碳酸盐 | 85-99+% | 96-99+% |
| 电导率 | 85-99% | 97-99+% |
| 二氧化硅 | 80-90% | 98% |

7.2 推荐进水水质

| 参数 | 范围 |
|-------------------|-------------------------------------|
| 浊度 | 最佳值<0.4NTU, 最大不得超过 1.0 |
| SDI ₁₅ | 最佳值为≤3, 最大可接受值为 5 |
| 铁(Fe) | <0.1ppm (运行 Argo Analyzer 程序) |
| 锰(Mn) | < 0.05ppm (运行 Argo Analyzer 程序) |
| 铝(Al) | <0.1ppm (运行 Argo Analyzer 程序) |
| 硼(B) | <0.05ppm |
| 总有机碳 (TOC) | <3ppm |
| 二氧化硅 | <40 ppm |
| pH 值 | TFC 膜: 5.0 - 9.0 CA 膜: 4.0 - 6.0 |
| 温度°C | 最佳运行温度为: 12.7 to 29.4°C |
| LSI | 运行 Argo Analyzer 程序 |
| 钡 | 运行 Argo Analyzer 程序 |
| 锶 | 运行 Argo Analyzer 程序 |
| 磷酸根 | 运行 Argo Analyzer 程序 |

注:

1. 为了保证RO系统的性能, 推荐使用以上反渗透进水水质标准。清洗频率一般是6个月或者更长时间清洗1次。

2. 如果RO系统进水水质超过以上推荐范围, 或者温度高于/低于上表中的温度范围, 则需要重新进行工艺评价或者变更设计。并需要增加预处理设备。详细信息请参见水源与预处理设备章节。

3. 二氧化硅浓度(水溶性): 设定以上二氧化硅限值, 以确保系统回收率为75%时, 盐水中二氧化硅的最高浓度不超过160 ppm。GE水处理及工艺过程处理已开发出一种新型阻垢剂, 这类阻垢剂允许反渗透系统在二氧化硅浓度高达260ppm下的高浓度条件下, 仍然能正常运行。关于详细的操作规程与推荐使用的阻垢剂, 请咨询GE工程师。

4. “运行Argo Analyzer程序”, 表示这些指标对RO系统性能的影响取决于反渗透系统中是否投加了酸, 需要运行"Argo Analyzer", 并咨询GE水处理及工艺过程处理技术服务工程师。

7.3 水源性质和过滤预处理要求

为选择正确的预处理方法和处理程度，终端用户必须了解不同水源的水质情况。和下表对应的是常用预处理设备。

常用水质指标

| | 浊度 (NTU) | 色度 | TOC | TDS | SDI |
|---------|----------|----------|------|------|---------|
| 河水 | 高，随季节变化大 | 中等 | 中等到高 | 低 | >5 |
| 湖水 / 池塘 | 低，随季节变化 | 高，并随季节变化 | 高 | 低 | ~5 |
| 井水 | 低 | 低 | 中等 | 低 | ~5 |
| 市政 | 低到中等 | 低 | 低到中等 | 低到中等 | >5 或 <5 |
| 苦咸水 | 低 | 低 | 低到中等 | 中等到高 | >5 |
| 海水 | 低到中等 | 低 | 低 | 高 | 高 |

表征定义

| 参数/单位 | 低 | 中等 | 高 |
|----------|--------|-----------|-----------|
| 浊度(NTU) | 1-10 | 10-25 | >25 |
| 色度(PtCO) | <10 | 15-30 | >30 |
| TOC(ppm) | <1 | 2-10 | >10 |
| TDS(ppm) | 10-150 | 150-2,500 | >2500-苦咸水 |

预处理设备的选择应该在原水的性质和浊度的基础上进行。

基于原水性质和浊度的预处理设备选择

| 水源 | 主要水质参数 | 推荐使用处理设备 |
|--------|----------------|------------------|
| 河流 | 浊度>25*NTU | 澄清池*+MMF 或 MF |
| | 浊度 10 - 25 NTU | 凝聚+MMF 或 NF |
| | 浊度<10 NTU | (可能需要絮凝)MMF 或 MF |
| 湖泊等地表水 | 硬水和总有机碳 | 石灰软化+澄清池+MMF |
| | 浊度>25*NTU | 澄清池+MMF 或 MF |
| | 浊度<25 NTU | MMF 或 MF |
| 井水 | 铁+锰 | 加氯+MMF |
| | | 绿砂过滤 |
| | 浊度<10 NTU | UF / MMF 或 MF |
| 苦咸水 | 浊度>10 NTU | MMF |
| | 浊度<10 NTU | UF / MF 或 MMF |
| 海洋水 | 浊度>50 NTU | 澄清池*+MMF |
| | 浊度<50 NTU | MF - 与 MF 供应商确认 |
| | 浊度<25 NTU | MF |

TOC=有机物，MF=微滤，UF=超滤，MMF=多介质过滤

*总悬浮固体含量大于100 mg/L时，需澄清。

7.4 污染密度指数的测定

污染密度指数(SDI)是进水中颗粒物含量指标，用于衡量RO系统进水中可能引起膜污堵的颗粒物。一般情况下，要求原水SDI15读数小于3，以确保膜的使用寿命，但通常该值低于5也是可以接受的。如果SDI15的读数高于3，说明进水需要进一步的预处理。

SDI测试仪有两种：一种是自动SDI测试仪，一种是手动SDI测试仪。

自动SDI测试仪

自动SDI测试仪初始按照500mL流量校准。这种仪器可以非常方便地自动读取500mL流量在T=0、5、10和15分钟时的读数，并自动记录每个时间段内的SDI读数。自动SDI测试仪的缺点是，如果流量低于1.5mL / s，设备将会自动关机。当然，此流量下进水的SDI值是非常高的。

手动SDI测试仪

手动SDI测试仪仅仅由一个压力调节阀和过滤器组成。具有不会关闭的优点。该设备的缺点在于测试中必须要求过滤器保持水平，并且必须手动测量得到500ml过滤水所需要的各个时间段的时间。

测试时，进水必须保持30psi的恒定压力，因此SDI测试设备应该包括一个压力调节器，以便在测试过程中保持30psi的恒定压力。如果没有此压力调节器，则需要配备SDI配套的升压泵。

7.5 多介质过滤器反冲洗

多介质过滤器内的滤料按照上大下小的顺序分布，即细而相对密实的介质分布于床层底部，而粗而疏松的介质分布于上部，这种分布可以延长过滤器反冲洗周期。双介质过滤器可以去除最小达10-20微米的悬浮固体，但不能去除溶解性固体。其顶层通常为粗无烟煤，而底层采用细砂构成。

多介质过滤器(MMF)

浊度是多介质过滤器性能评价的一个重要指标。浊度 <0.2 NTU时，表示MFF的出水水质很好。推荐使用在线浊度仪。

如果系统压降达到8-10psi，则推荐进行反冲洗。为确定当前反冲洗周期是否充分，建议建立一个MMF反冲洗周期浊度记录。也就是说，每一分钟或每两分钟对浊度进行测定，然后绘制浊度-时间曲线图。从图中的曲线可以判断出当前反冲洗时间是否足以去除滤层中的固体。

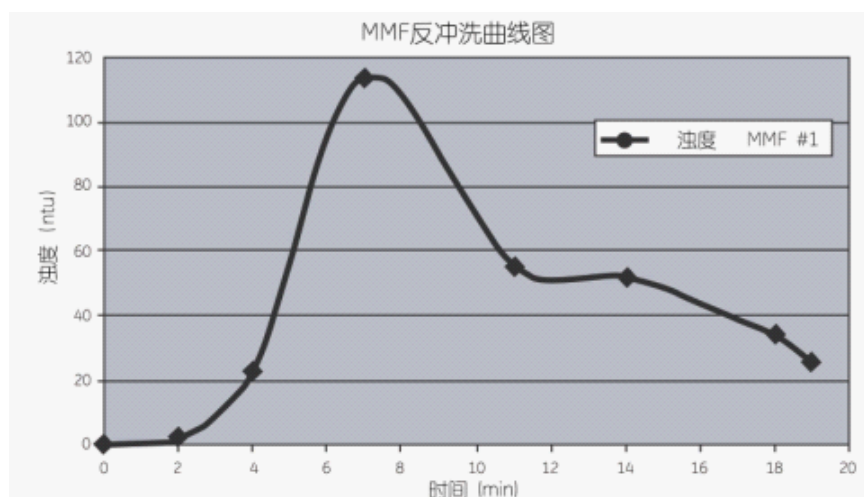


图7-1MMF反冲洗曲线图

通常情况下，如果一个反冲洗循环结束时所测得的浊度为反冲洗过程中测定最大浊度的15%-20%,则可以认为反冲洗时间和流量足以去除过滤器中的大部分颗粒物。否则，则需要延长反冲洗时间。

注意

1. 除非经过研究确定了运行时间与8-10psi压降之间的关系，否则不要仅仅根据运行时间来设定反冲洗计划。
2. 过于频繁的反冲洗会加重沟流形成的可能，并且不充分的过滤会影响阻绕滤饼的形成，这些会降低过滤器的过滤性能。

7.6 保安过滤器滤芯更换方案

保安过滤器的发展：

保安过滤器曾经一度被认为是用来去除大粒径颗粒物的水处理方法。然而，随着滤芯在设计上的突破，如微米级熔喷滤芯的应用，极大地拓展了保安过滤器的应用。

最佳实践

根据压差值更换过滤器。过滤器之间的压差 ΔP 达到5-10psi时，需要进行更换滤芯（如果采用RO save.z滤芯，压差可达到10 psi），压差使用温度校正系数进行校正。

按照固定的频率更换过滤器。更换周期应按不同的应用或者用户要求来确定。直饮水系统的过滤器应该每个月更换一次，而不是根据压降进行更换。

对于某些特殊行业，比如在饮用水和医药行业，通常按照时间更换过滤器，这个时间应确保压差未上升到不可以接受的水平，这样做是为了防止微生物生长。

新型的过滤器技术允许过滤器在达到规定的压差之前过滤时间超过30天。如果更换周期超过30天，需要检查微生物的生长。

滤芯过滤器的种类

滤芯过滤器主要分为两大类：深层过滤器或者表面过滤器。通常RO系统使用5微米 μm 深层滤芯过滤器；1 μm RO save.z滤芯的纳污能力是传统深层滤芯的2倍以上，具有更长的使用寿命，降低了压降，并且能截留更小的颗粒物，能充分保证RO系统运行的安全。

7.7 加药顺序

由于预处理药剂的相互作用和混合要求，应按照以下顺序投加药剂。

- 氯
- 凝聚剂
- 多介质过滤器(MMF)
- 酸(用于调节pH值)
- 阻垢剂
- 保安过滤器
- 亚硫酸氢盐（当进水中投加氯或者在出水中可能存在游离余氯的情况下使用）

在需要连续或间断投加非氧化性消毒剂的场合，则最好在保安过滤器之后，RO系统之前投加。

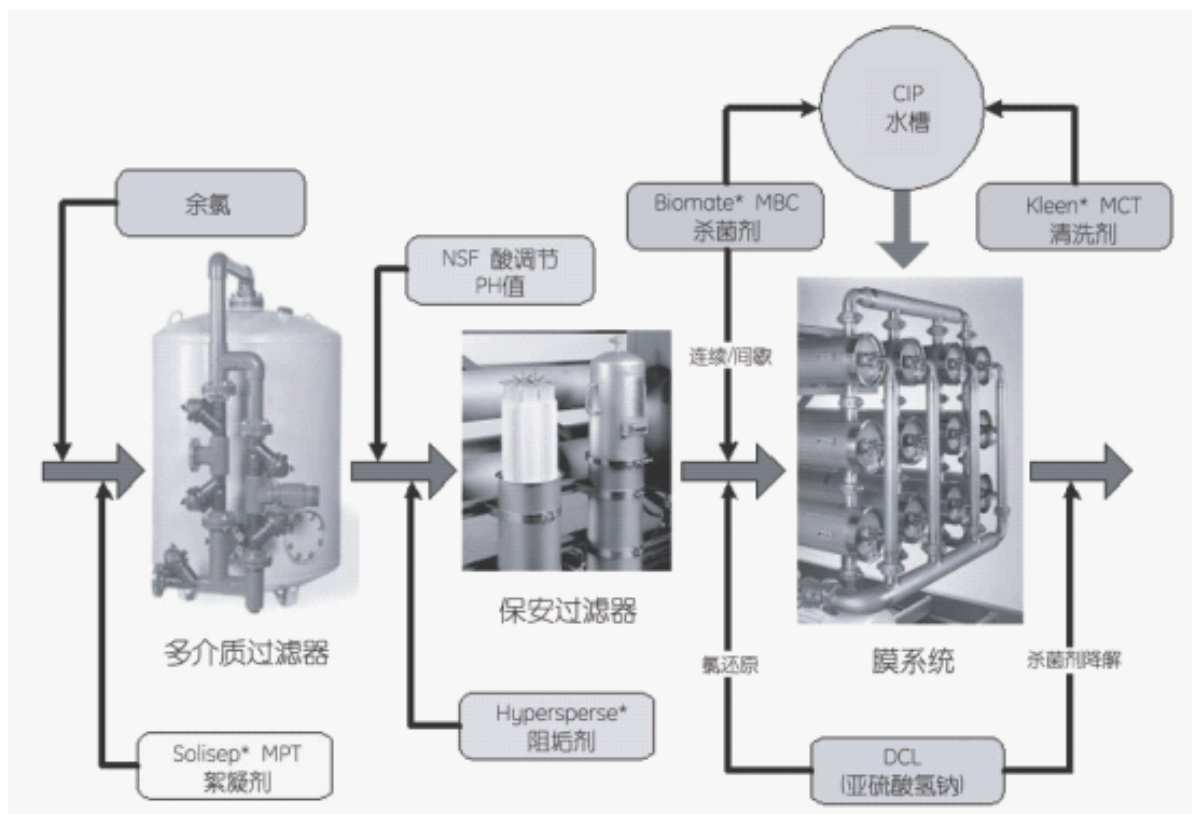


图7-2 膜系统加药顺序图

7.8 RO絮凝剂最佳投加实践

为了减少RO系统进水中的悬浮颗粒物和浊度，以防止固体沉积到膜的表面，RO预处理系统中经常需要使用絮凝剂。絮凝剂通常是带有正电荷的分子。

絮凝剂可以是无机盐类絮凝剂（如铝、聚铝(ACH或者聚合氯化铝PAC)、铁基的、有机阳离子絮凝剂)或者无机絮凝和阳离子聚合物的混合物。

目前，有机阳离子聚合物是否会影响RO膜的性能的争论尚未停止。有机絮凝剂可以有效地除去系统中悬浮固体、降低浊度，同时也可能穿过预处理而进入RO系统沉积在表面，降低膜的性能，使得膜难于清洗。

但同时有大量证据与上述争论相反，表明使用有机絮凝剂没有问题，此外，学术期刊上大量发表的文章和实验数据都支持在RO前使用絮凝处理。

实际应用中，在推荐使用有机阳离子絮凝剂的RO系统中，絮凝剂的选择非常重要。

推荐最佳方案为：使用能达到RO系统进水要求的最低剂量的絮凝剂，通常絮凝剂的投加量可以保持在1ppm到15ppm之间。

要确定选择最佳的药剂和其加药量，需要进行以下工作：

1. 进行烧杯试验来选择处理效果最好的药剂并确定投加剂量范围。

2. 投加絮凝剂前，在多介质过滤器入口和出口进行SDI测试，以确定絮凝剂的基本投加量。

3. 进行在线测试，增加絮凝剂的投加量，测定不同絮凝剂投加水平情况下的MMF出水的SDI值，以确定絮凝剂的最佳投加量，即在最低投加量的情况下得到最小的SDI值，并且不增加浊度。

选择计量泵时，应始终选择目标投加药剂量为量程中值的计量泵。并选择最佳混合点投加，这样能节能、省时。

注意：

控制絮凝剂的投加量是非常重要的，需要连续监测以避免絮凝剂投加过量或投加不足。絮凝剂投加不足将导致膜元件上的颗粒物沉积，过量则会导致不可逆转的膜污堵。

Solisep类絮凝剂的选择-A-指南

| | 色度 | | | 浊度 | | | 避免 有机物 | 避免 二氧化硅 | NSF 限值 (ppm) | 可稀释 性 | Hypersperse 兼容性 |
|----------------|----|---|---|----|---|---|-----------|------------|-----------------|------------|--------------------|
| | 高 | 中 | 低 | 高 | 中 | 低 | | | | | |
| Solisep MPT100 | ✓ | ✓ | | | ✓ | | | × × | 不限 | MDC150/220 | |
| Solisep MPT101 | | ✓ | ✓ | | ✓ | | 高 TOC | 100 | 避免 | MDC150/220 | |
| Solisep MPT103 | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | 高 TOC | 250 | 避免 | 全部 | |
| Solisep MPT130 | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | 腐殖酸 | × × | 不限 | MDC150/220 | |
| Solisep MPT132 | ✓ | | | | ✓ | | 高色度 | 24 | 不限 | MDC150/220 | |
| Solisep MPT134 | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | 去乳化剂 | 130 | 避免 | MDC150/220 | |
| Solisep MPT135 | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | 去乳化剂 | 200 | 避免 | MDC150/220 | |
| Solisep MPT148 | ✓ | | | | ✓ | | | 50 | 不限 | MDC150/220 | |
| Solisep MPT150 | ✓ | | | | ✓ | | | 100 | 不限 | MDC150/220 | |
| Solisep MPT173 | | | ✓ | | ✓ | | | × × | 避免 | 全部 | |

7.9 RO系统进水pH值控制

为了降低结垢危险，可能需要对RO进水的pH值进行调整。调节PH值，将结垢风险控制在较低的范围，可以有效防止结垢。可以通过运行Argo Analyzer程序来确定最佳pH值范围，有关Argo Analyzer的信息将在下节详细介绍。

通常情况下，使用硫酸(Betz MPH9300)或者柠檬酸(Betz MPH5000)来降低pH值，而在存在硫酸盐结垢可能的条件下，可以使用盐酸，以避免增加进水中的硫酸根。

注意：盐酸与某些RO系统的材料不相容。如果需要用盐酸则要咨询您的GE工程师。

通过对进水运行Argo Analyzer程序，可确定达到适宜pH值的酸的用量。

建议对系统pH值进行连续监测。

在选择化学计量泵时，应总是选择药剂用量为泵的量程的一半左右规格的泵。

7.10 RO系统阻垢剂的选择-A-指南/兼容性

RO系统进水中的碳酸盐、氟化物、磷酸盐和硫酸盐可以和钡、钙、铁和锰等发生反应，形成不溶性的水垢。随着进水在RO系统中的流动，这些离子不断浓缩并接近或者超过其溶解度限值。铝和硅的氧化物通常会由于同样的原因而引起结垢。

Hypersperse阻垢剂的功能是防止或控制结垢。不同型号的Hypersperse阻垢剂产品对应于不同的结垢类型。当存在多种类型结垢的风险时，应选择对这类结垢风险控制最有效的产品。

Hypersperse阻垢剂的选择-A-指南

| Hypersperse 化硅剂认证 | 阻垢剂 | | | | | | | | | | | 是否和聚 |
|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----|------------------|-------|----|-----|----|-----|------|
| | CaCO ₃ | CaSO ₄ | BaSO ₄ | SrSO ₄ | 磷酸钙 | CaF ₂ | Fe-Mn | Al | 二氧化 | 分散 | FDA | |
| MDC120 | | | | | | | | | | ✓ | ✓ | |
| MDC150 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | | 是 |
| MDC151 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | | 是 |
| MDC200 | | | | | | | | | | ✓ | | |
| MDC220 | ✓ | | | | | | | | | | | 是 |
| MDC700 | | | | | | | | | | ✓ | | |
| MDC701 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | 是 |
| MDC705 | | ✓ | | | | | | | | | | 是 |
| MDC708 | | | | | | | | ✓ | | ✓ | ✓ | |
| MS1300 | | | | | | | | | ✓ | ✓ | | |
| MS1310 | | | | | | | | | ✓ | ✓ | | |
| MS1410 | | | | | | | | | ✓ | ✓ | | |

✓ 惯佳选择

所有Hypersperse产品针对所有结垢都具有有限的有效性。
请使用Argo Analyzer程序来选择最佳Hypersperse结垢产品。

7.11 ArgoAnalyzer设计程序

Argo Analyzer设计程序是一种计算应用程序，用于辅助选择阻垢剂和CIP清洗剂。该程序操作简单，仅仅需要输入产水流量、进水水质和系统回收率。

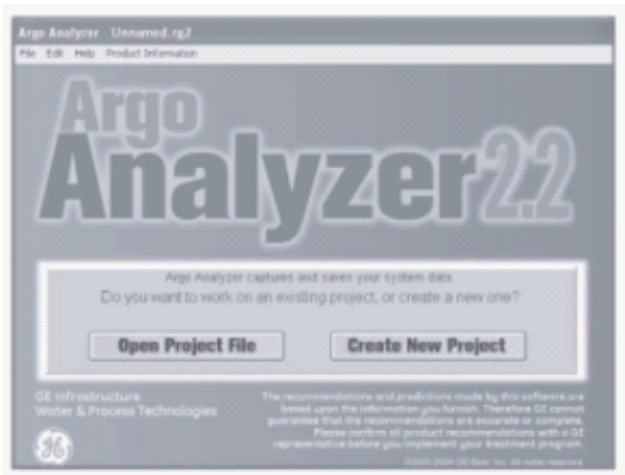


图7-3

当选定某种阻垢剂时，该程序能计算出阻垢剂的最佳投加量，并能给出此条件下浓水中各种盐类的饱和程度。

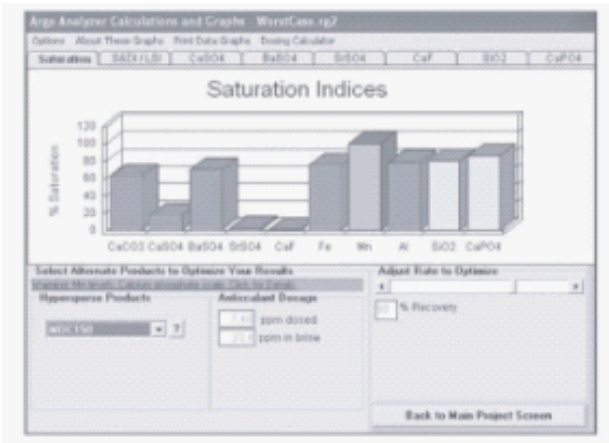


图7-4

此外，它允许调节进水pH值范围，以改变结垢的环境条件，由此可得到使阻垢剂运行达到最佳状态的pH范围。

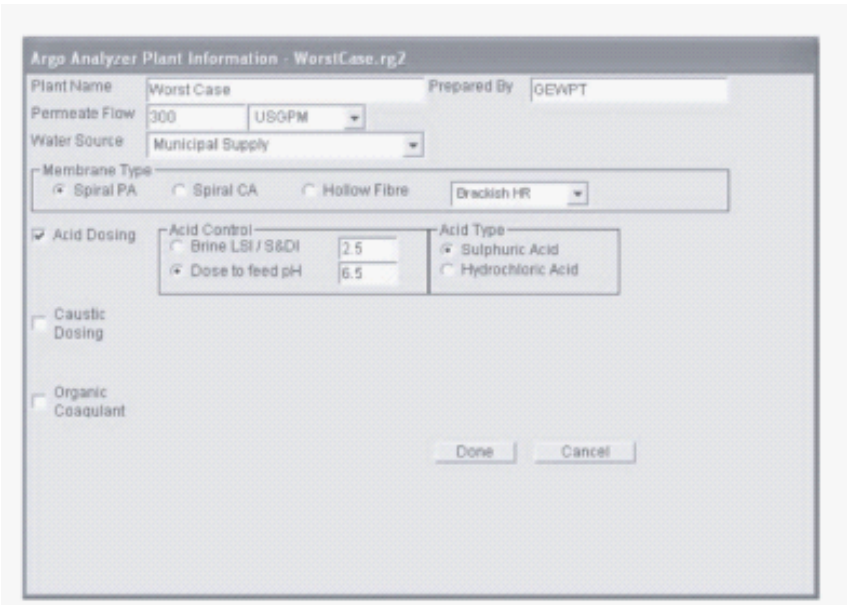


图7-5

同时，该程序还可根据水质情况、回收率要求等，提供在线清洗(CIP)清洗剂的建议。

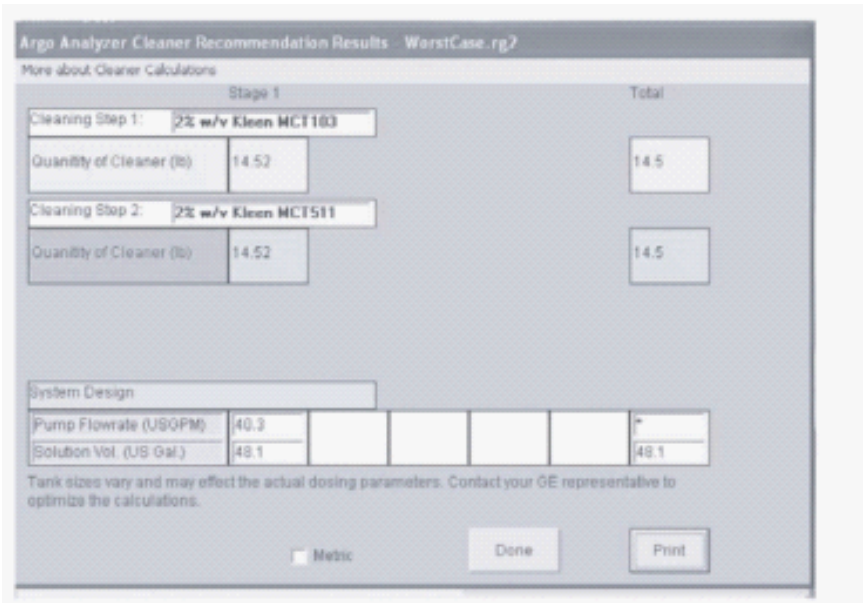


图7-6

7.12 RO系统脱氯产品选择-A-指南

在两种情况下，需要投加亚硫酸盐类产品：

1. 在RO前除去氧化物

目前，除了CA膜外，所有的RO/NF膜元件都会被氯或者其他氧化剂损坏。亚硫酸盐基产品可以用在RO系统前，去除进水中的氧化剂/氯。

- BetzDearborn DCL30
- BetzDearborn DCL32(FDA)
- BetzDearborn DCL95(FDA)

以上产品可分别用于不同氯含量的进水，如表中所示：

| 产品名称 | ppm产品/ppm游离氯 |
|--------------------|--------------|
| BetzDearborn DCL30 | 6.0ppm |
| BetzDearborn DCL32 | 5.8ppm |
| BetzDearborn DCL95 | 20ppm |

2. 使非氧化性消毒剂失效(用在RO浓缩水排入公共污水处理厂(POTW前))

RO进水的消毒处理将导致RO浓水中消毒剂水平过高。亚硫酸盐类产品可以用来破坏RO系统浓水中的消毒剂。浓水中消毒剂的含量可以通过RO系统中消毒剂的投加量除以浓水占进水的比例来计算：

如：进水中消毒剂为4ppm，回收率为75%

$$\text{浓缩水中消毒剂浓度} = 4 \div (1.0 - 0.75) = 4 \div 0.25 = 16$$

| 产品名称 | ppm产品/ppm消毒剂 | |
|--------------------|----------------|-----------------|
| | Biomate MBC781 | Biomate MBC2881 |
| BetzDearborn DCL30 | 2.6 ppm | 3.4 ppm |
| BetzDearborn DCL32 | 2.45 ppm | 3.2 ppm |
| BetzDearborn DCL95 | 0.85 ppm | 1.1 ppm |

7.13 RO系统微生物控制实践

在使用任何一种消毒剂前，应首先确保该消毒剂可以在膜系统中使用，并且所用膜系统标签标明可以使用该种消毒剂。通常，可以在膜元件中使用的产品包括DBNPA或者异噻唑啉基两类产品。GE消毒剂采用Biomate MBC系列产品。在选择任何一种消毒剂前，应首先确认该消毒剂产品在其使用国已经注册，并且能够使用。如果不确定，需要咨询GE法规集团。同时，要严格按照标签上标明的使用说明和限制进行操作。

投加消毒剂的方法：

1. 冲击性投加或者间歇投加：使用Biomate MBC2881产品浓度范围在36 ppm到120 ppm之间。通常采用定期投加，一般每一到两周投加一次，投加时间为15分钟。这种方法是最实用而且经济的投加方法。

2. CIP(在线清洗投加)方式：如果细菌的增长不是主要问题，消毒剂可以单独作为一个步骤投加，通常，在碱清洗后的最后一步进行，在RO产水中加入60-120ppm的BiomateMBC2881溶液消毒。这种方法用来对RO系统进行消毒处理。

连续模式：对于Biomate MBC781消毒剂来说，投加率范围在10-25ppm。连续投加是一种成本最高的微生物控制方法。某些特殊情况下，建议优先使用该方法投加消毒剂。

饮用水反渗透系统：

能够用于饮用水RO系统的消毒剂为：

1. 氯、臭氧或者氯胺：可以用于CA膜的消毒处理。TFC膜不能使用氯或者任何的氧化性消毒剂。

2. 二氧化氯不含有游离氯，因此可以广泛应用于聚酰胺类RO膜消毒处理。不过二氧化氯的价格比较昂贵。

3. 过乙酸(仅用在严格受控的CIP消毒处理过程)

注意：饮用水RO膜的消毒处理不得使用非氧化性消毒剂。

7.14 RO系统标准数据采集/解释

为跟踪RO系统运行性能以及制定清洗计划，有必要采集分析RO系统的运行数据。GE和工艺过程处理公司有专门用于RO数据分析的软件。

这种标准化软件能排除由于温度、压力和TDS等不同而导致的偏差。该软件能将标准化数据绘制成标准化曲线。标准化曲线可用于直观地评价RO系统性能的变化，以判定是否需要更换过滤器或者进行在线清洗。

- 需要收集的典型标准化数据
- 滤芯过滤器进口压力
- 滤芯过滤器出口压力
- 保安滤器的压降(计算)
- 反渗透进水压力
- 段间压力
- 产水压力
- 浓水压力
- 压降(进水压力-水压力)
- 进水温度
- 产水流量(gpm)
- 浓水流量(gpm)
- 循环水流量(gpm)
- 进水电导率
- 产水电导率
- 浓水电导率
- pH值(设备)
- pH值(手动调节)
- 余氯

记录表中应包含上述大部分参数，这些参数的顺序与其在软件中输入的顺序一致。

标准表格记录应从记录新设备启动时的运行数据开始，并在后面记录每天的数据。

设备安装后第一天起就可以开始记录运行数据，但至少需要运行72小时或者连续运行一周以上，才能确定系统的运行基线。这段时间中，膜内的保护液将被完全冲走，膜也能在合适的位置就位，并适应了运行环境。

最佳实践：当标准化表格记录数据有如下显示时，操作员应启动清洗程序：

- 标准化产水量降低达10-15%时， 或
- 标准化压差上升25%， 或
- 标准化盐透盐率达到25%。

对于定时清洗来说，这些参数非常重要，因为使用它们可以节省药剂用量，避免浪费，或者避免因为过长时间没有清洗而影响膜的使用寿命。

标准表格记录图例

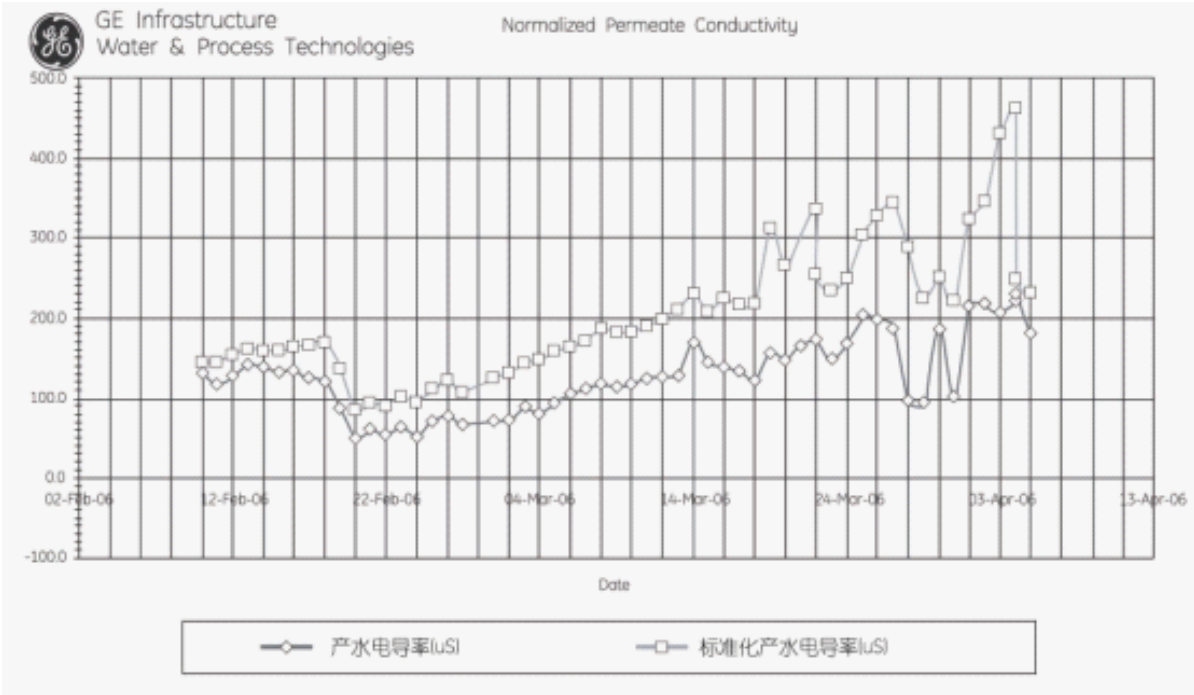


图 7-9 系统压降和保安过滤器压降

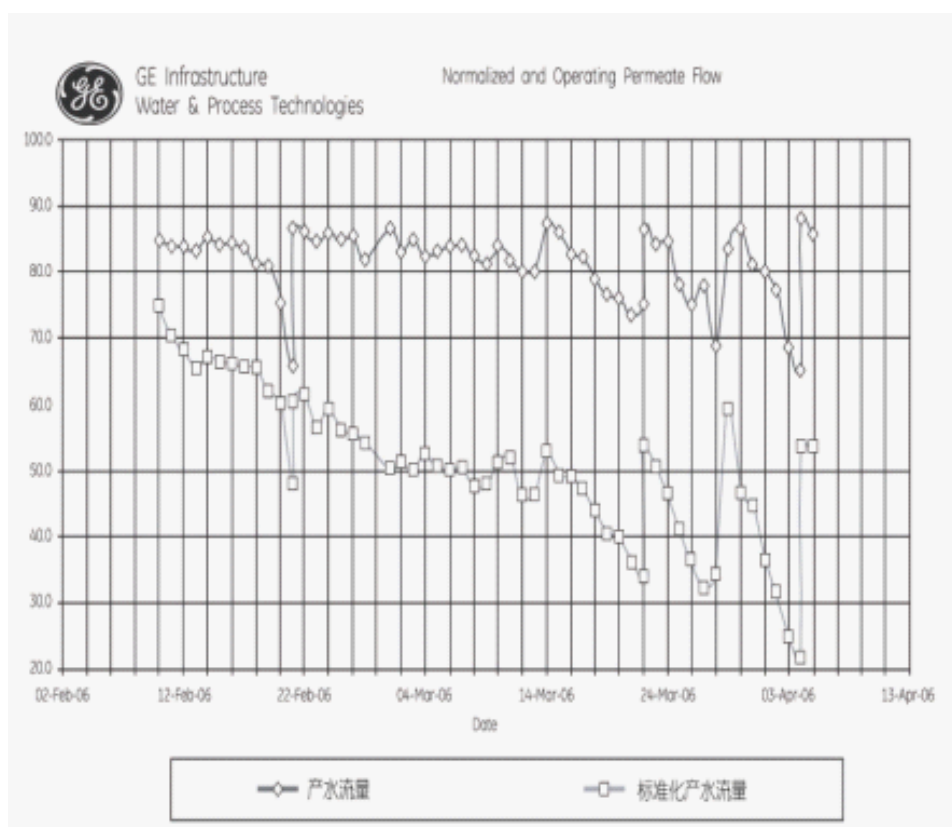


图 7-8 标准化产水流量

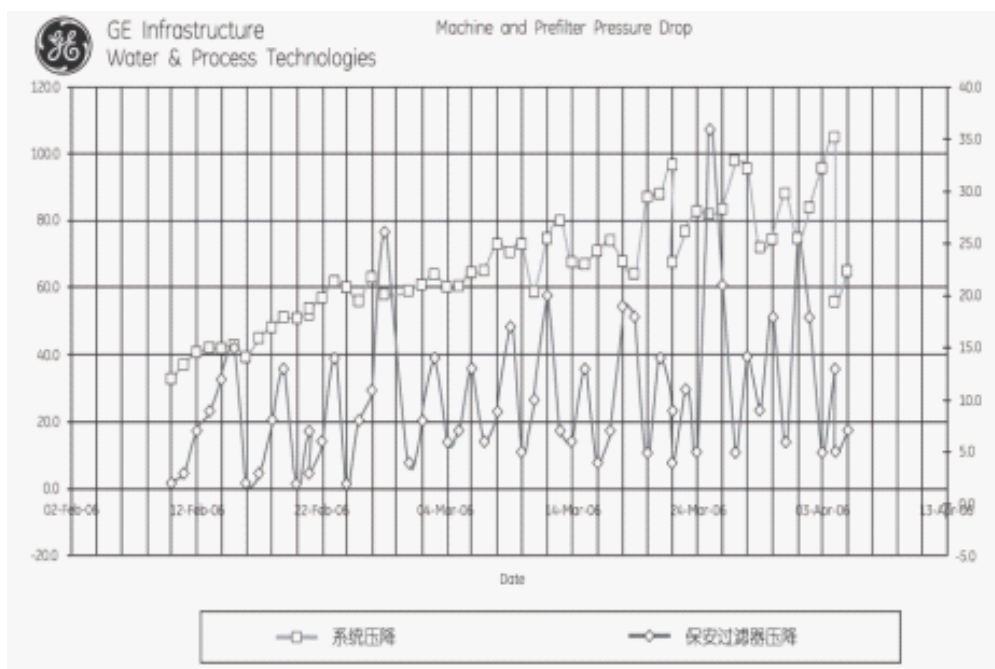


图 7-9 系统压降和保安过滤器压降

7.15 RO系统故障检查及排除指南

故障检查及排除需要在分析标准图表数据的基础上进行。确定是以下哪个参数使得系统性能减退：

- 标准化产水量降低
- 标准化透盐率升高
- 标准化系统压差升高

故障检测的主要步骤为：

分析数据并发现性能变化

确定可能的原因

进一步测试来确定原因。

采取纠正措施，排除故障。

7.15.1 金属氧化物污堵

如果发现如下情况，则可能发生金属氧化物污堵：

| | |
|--------|----------|
| 标准化产水量 | 下降 |
| 标准化透盐率 | 增加 |
| 标准化压降 | 正常或增加 |
| 故障点 | 主要发生在第一段 |

检测进水中的铁、铝和锰含量。
打开第一段的膜壳，并观察第一支膜及其附近膜壳内壁，可以看到黄色、棕色或者黑色的污垢。

下图是受到铁污堵的膜元件解剖图：



图 7-10 铁污染图

发生金属氧化物污堵后，可对清洗液中的离子进行分析作进一步判断。
针对不同的金属氧化物污堵清洗可以采用MCT103、焦亚硫酸钠溶液清洗。详情请参见7.16相关章节。
应强化预处理对金属氧化物的去除效果，否则系统运行会再次出现污堵。

7.15.2 胶体污染

如果发现如下情况，则可能发生胶体污染：

| | |
|--------|----------|
| 标准化产水量 | 下降 |
| 标准化透盐率 | 稍有增加或正常 |
| 标准化压降 | 增大或正常 |
| 故障点 | 主要发生在第一段 |

可以通过检测进水SDI进一步作判断，如果进水SDI不理想(>4 甚至 >5)，那么应该引起重视，并对SDI膜片和保安过滤器上的截留物进行分析。

打开膜壳，观察第一段第一支膜元件端面和附近膜壳内表面的沉积物。

当胶体污染产生的时候，应该根据其污堵类型清洗膜元件。

出现胶体污染往往说明预处理（如絮凝剂的投加、多介质过滤器等)出现了问题，应该查明原因，对预处理进行优化，优化方法请参见7.5及7.8。

7.15.3 微生物污染

如果发现如下情况，则可能发生微生物污染：

| | |
|--------|--------|
| 标准化产水量 | 下降 |
| 标准化透盐率 | 正常或者增加 |
| 标准化压降 | 增大 |
| 故障点 | 所有段都可能 |

可以通过检测进水、浓水和产水中的总细菌数来进一步作判断，如果进水、浓水或者产水中含有大量的细菌，表示已经产水或者存在微生物污染。

打开被污染的膜壳，可以发现膜壳内壁和受污染的膜，用手触摸微生物有一种滑腻的感觉，并常常伴随着恶臭。

微生物污染是膜系统最常见的问题，且常常伴随着有机物污染。

下图是一个受微生物污染的膜元件端面实图：



图7-11微生物污染图

微生物的放大图片：

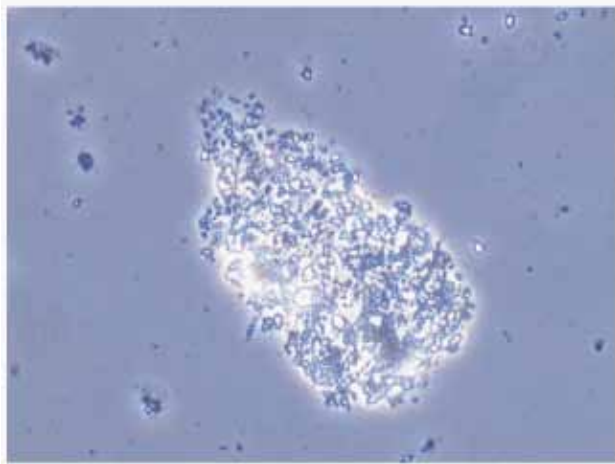


图7-12微生物放大图

当微生物污染产生的时候，需要对系统进行清洗和消毒，不仅仅是对膜装置本身，而且包括被微生物污染了的预处理部分。清洗可以采用Argo碱性清洗剂MCT 511和杀菌剂MCT 881，也可采用NaOH溶液。详情请参见7.16相关章节。

值得注意的是，找到细菌滋生的源头，并且采用有效的措施优化预处理，对于根治细菌污染有决定性的意义，否则系统运行会迅速再次出现污染。

如果微生物污染严重，而且在采用多种措施后，仍然反复复发，那么可考虑向膜系统中冲击性投加非氧化性杀菌剂，Argo杀菌剂MBC2881/MBC881/MBC781是理想的非氧化性杀菌剂，详情请参见7.13相关章节。

7.15.4 结垢

如果发现如下情况，则可能发生结垢：

| | |
|--------|----------|
| 标准化产水量 | 下降 |
| 标准化透盐率 | 增加 |
| 标准化压降 | 上升 |
| 故障点 | 主要发生在最后段 |

检测原水水质，并分析浓水中的Ca，Mg，Sr，SO₄²⁻，SiO₂，F⁻，PO₄³⁻等离子和LSI或者S&DSI
打开最末段的膜壳，并观察最后一支膜及其附近膜壳内壁，可以看到白色的垢物，用手触摸垢有一种粗糙的感觉。

将最后一支膜取出来称重，会发现该膜元件比正常元件重许多。

下图是结垢膜元件的解剖图：



图 7-13 结垢污染图

垢样的SEM图



图7-15有机物污染图

发生结垢后，对垢样进行化学分析或者X-射线分析，或者对清洗液作金属离子分析可以确定垢样的类型。

当发生结垢的时候，针对不同的垢类，清洗可以采用MCT103、柠檬酸、磷酸或者碱性EDTA清洗溶液清洗。详情请参见7.16相关章节。

针对不同的垢类，可采取增加阻垢剂投加量、降低系统回收率、降低进水pH值等方法来优化预处理，否则系统运行会再次出现结垢。

7.15.5 有机物污染

如果发现如下情况，则可能发生有机物污染：

| | |
|--------|----------|
| 标准化产水量 | 下降 |
| 标准化透盐率 | 降低或者略有增加 |
| 标准化压降 | 正常 |
| 故障点 | 所有段都可能 |

可以通过检测进水的TOC和BOD5来进一步作判断，如果进水中的TOC和BOD5含量很高，表示有机物的污染可能性较大。检测进水的SDI15，可分析SDI膜片上的截留物来作判断。

打开被污染的膜壳，可以观察膜壳内壁和受污染的膜，用手触摸有机污垢有一种滑腻的感觉。有机物污染往往伴随着微生物污染。

有机物的污染如下图所示：



图7-15有机物污染图

当有机物污染产生的时候，清洗可以采用可以采用Argo碱性清洗剂MCT511或者NaOH等溶液。详情请参见7.16相关章节。

应采取比如改进活性碳运行状态或者更换活性碳等措施优化预处理，否则系统运行会出现再次污染。

7.15.6 O形圈，膜封套泄漏

如果发现如下情况，则可能发生O形圈，密封圈，膜封套泄漏：

| | |
|--------|-------|
| 标准化产水量 | 正常或上升 |
| 标准化透盐率 | 增加 |
| 标准化压降 | 正常 |
| 故障点 | 随机 |

测定每个膜壳的产水电导率，找到有产水不合格的膜壳。然后，对产水不合格的膜壳，采用产水管内产水电导率探测技术，以检查内连接件和适配器处的O形圈是否泄漏，如果发现泄漏，可以更换O形圈，或者将O形圈缠上生料带达到密封效果。

一般，O形圈泄漏主要由于安装不正确(如膜元件之间或膜元件与适配器之间留有间隙)，或者机械应力(如水锤)导致。

7.15.7 氧化

如果发现如下情况， 则可能发生膜氧化：

| | |
|--------|----------|
| 标准化产水量 | 上升 |
| 标准化透盐率 | 增加 |
| 标准化压降 | 正常 |
| 故障点 | 主要发生在第一段 |

检测进水中余氯、臭氧、溴、高锰酸钾等氧化物或者ORP，当上述指标超标的时候，说明膜氧化的可能极大。

下图是受到氧化的膜元件解剖图(染料测试结果):



图7-16受到氧化的膜元件解剖图

发生膜氧化，纠正措施只能是将被氧化的膜元件更换。
须检查氧化剂和还原剂的加药设备，确保系统进水的氧化物含量（如：余氯，ORP等指标)合格。

7.15.8 颗粒物、悬浮物污堵

如果发现如下情况， 则可能发生颗粒物、悬浮物污堵：

| | |
|--------|----------|
| 标准化产水量 | 下降 |
| 标准化透盐率 | 正常或增加 |
| 标准化压降 | 增加 |
| 故障点 | 主要发生在第一段 |

打开第一段的膜壳，并观察第一支膜的端面及其附近膜壳内壁，可以看到污堵的颗粒物和悬浮物。

下图是颗粒物污堵的膜元件端面图：



图7-17颗粒物污堵的膜元件端面图

下图是受悬浮物污染的膜元件解剖图：



图7-18受悬浮物污染的膜元件端面图

当膜元件受到颗粒物，悬浮物污堵的时候，应该检查保安过滤器和多介质过滤器、活性炭等是否发生了泄漏或者严重的运行不良，应立即纠正或者改造预处理，并确保反渗透进水的SDI15和浊度合格。

7.15.9 其他

1) 高压降与水锤

进水与浓水的压力差称压降，对于常见的6芯膜壳，其最大承受压降为3.45bar，单支膜元件承受的最大压降为0.69bar。当压降超过上述极限的时候，膜元件可能受到机械应力的损伤，可能导致膜的玻璃钢外壳破裂和进水隔栅被挤出。

玻璃钢外壳破裂和进水隔栅被挤出不一定立即影响到膜元件产水的水质，但是膜元件的正常工作的寿命会缩短。

高压降往往由于膜元件进水隔栅被堵塞而导致。此外，系统启动过程中发生水锤，也会导致高压降。



图 7-19 高压降导致玻璃钢外壳破坏图

高压降导致进水隔栅被挤出

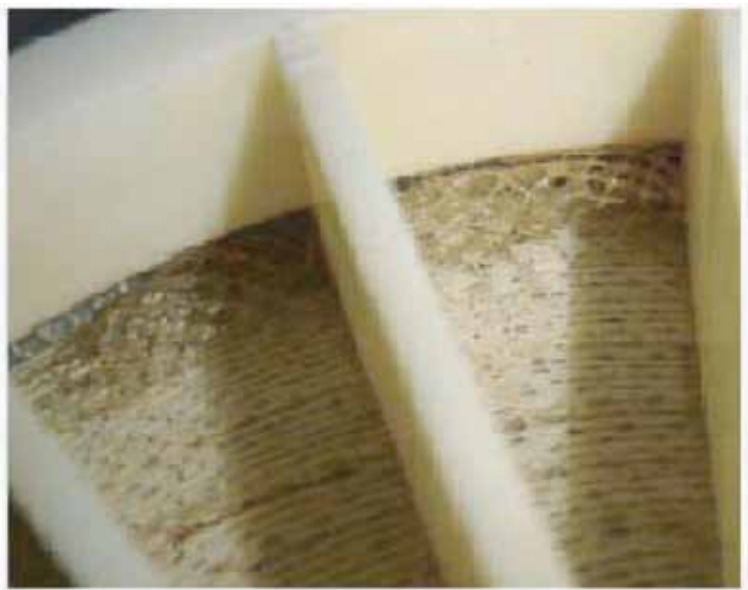


图 7-20 高压降导致进水隔栅被挤出图

水锤导致膜的抗应力器损坏



图 7-21 水锤导致膜的抗应力器损坏图

2) 误用润滑剂

石油，润滑剂，凡士林及洗涤剂，汽油类及稀释剂等润滑剂会可能导致产水管破裂，从而使产水水质严重下降。GE水处理及工艺过程处理建议客户不使用甘油和纯水外的任何润滑剂。

下图是误用润滑剂而导致产水管破裂的图片：

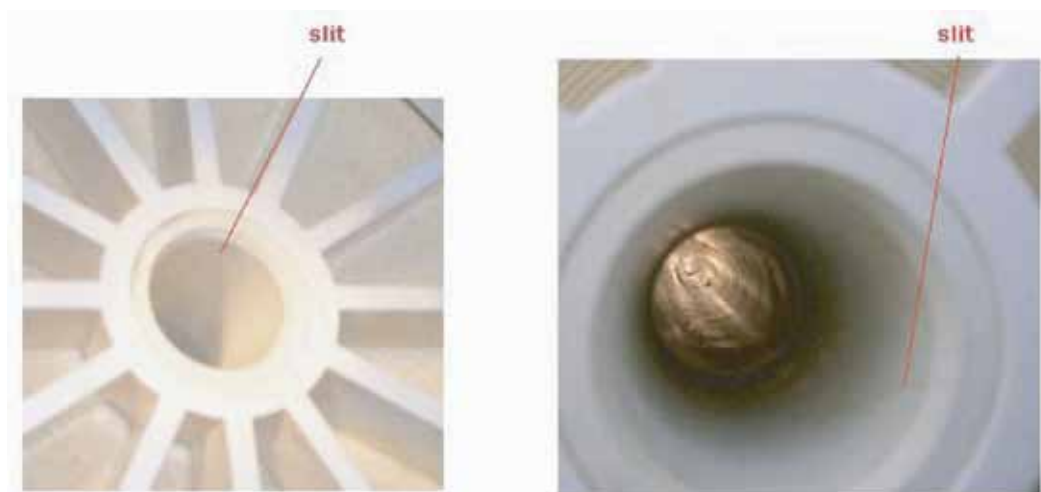


图2 误用润滑剂而导致产水管破裂图

7.15.10 故障分析与解决方案

为便于故障分析，使用下表来确定故障

查找 RO 故障原因

| 标准化产水量 | 标准化透盐率 | 标准化压降 | 故障点 | 可能原因 |
|--------|---------|-------|------|--|
| 降低 | 正常或升高 | 正常到增大 | 第一段 | · 金属氧化物污染 · 胶体污染 · 生物污染 |
| 降低 | 升高 | 上升 | 最后段 | · 结垢(CaCO_3 , CaSO_4 , BaSO_4 , SiO_2) |
| 降低 | 降低或略有升高 | 正常 | 所有段 | · 有机污染 |
| 正常或下降 | 升高 | 降低 | 所有阶段 | · 回收率太高 |
| 正常或上升 | 升高 | 降低 | 随机 | · O 形圈泄漏，膜封套密封胶泄漏 |
| 升高 | 升高 | 降低 | 第一段 | · 氯氧化剂破坏 · 膜材料被晶体磨损 |

表(3&4)为相应的解决方案

RO 故障排除

| 可能原因 | 确定方法 | 可能的排除方法 |
|--|--|---|
| 金属氧化物污堵 | 分析清洗液中的金属离子浓度 | 强化预处理过程除去金属； 用酸性清洗液清洗。 |
| 胶体污堵 | 进水 SDI 检测，对清洗液中的残留物进行 X 射线衍射分析。 | 强化预处理系统，提高胶体污染物去除能力，用高 pH 值的阴离子洗涤剂清洗。 |
| 生物污堵 | 管道和容器中的泥浆，容器中或者过滤器壳体中有腐臭。 | 冲击投加氧化性消毒剂； (非直饮水)用碱性(高 pH 值)阴离子清洗剂清洗；查看消毒设备； 更换滤芯。 |
| 结垢(CaSO_4 , BaSO_4 , SiO_2) | 分析清洗液中金属离子含量，检查浓水的 LSI，计算浓水中 CaSO_4 , BaSO_4 , SiO_2 的最大溶解度 | 增加酸的加入量和降低 CaCO_3 和 CaSO_4 垢的生成；降低回收率； 用酸性溶剂清洗 CaCO_3 , CaSO_4 和 BaSO_4 |
| 有机污染 | 优化预处理系统(如絮凝工艺)； 破坏性测试如红外反射分析。 | 树脂 / 活性炭处理； 用高 pH 值清洗剂清洗。 |
| 回收率过高 | 依据设计指南检查流量和压力。 | 降低回收率 校准传感器； 增加数据采集和分析次数。 |
| O 形环泄漏，膜封套底部或侧壁密封胶泄漏 | 探针检测， 真空检测。 | 更换 O 形环； 修理或者更换元件。 |
| 氯氧化物破坏 | 进水余氯分析，膜解剖分析。 | 检查加氯装置和脱氯装置。 |
| 结晶材料对膜的磨损 | 进水显微固体分析，膜解剖分析。 | 强化预处理；检查保安过滤器是否泄漏。 |

7.15.11 故障分析步骤

1) 数据分析、现场调查

数据分析和现场调查工作是进行诊断、排除系统故障的基础，要对系统运行实际数据进行全面分析，跟踪系统性能指标变化的细微过程，掌握现场运行过程中所有相关事件的具体情况。

- 开始变化的时间点及相关事件。
- 进水水质或水源的变化：TDS、温度、SDI、余氯、个别离子浓度、pH。
- 系统运行参数的调整及结果。
系统性能变化时相关的特殊事件，比如开关机、关机保护措施（关机系统快冲、停机保护、高压泵前中间水箱停留时间等）、更换保安过滤器滤芯、产水用水量变化、操作人员变化等。
- 系统加药的变化：阻垢剂、分散剂、还原剂、加酸、预处理系统加药，包括药剂供应商的变化。
- 变化的方式确认，比如缓慢的平稳变化，较快的但均匀的变化，加速的变化，突变，

2) 数据标准化

确认系统性能参数下降的实际值，排除水质及运行参数变化对系统性能的影响。

3) 运行Winflows

核查系统设计的合理性，检查系统预置参数可能存在的问题。膜元件选型、膜元件排列方式、泵配置、系统运行参数、结垢倾向、浓差极化比、预测产水水质等。

4) 压力容器探测

发现问题膜元件，绘制系统脱盐率分布图，了解系统脱盐率下降的规律性，为污染性质判断提供依据。

5) O型圈检察

更换损坏O型圈。

6) 膜元件污染观察分析

首末端膜元件端头目测观察，膜元件称重，污染物化学分析和仪器分析，确定污染物的物理化学特性。

7) 污染原因分析

查明系统污染的原因，尽量从源头控制膜污染。

7.16 RO系统在线清洗(CIP)

7.16.1 引言

污垢(覆盖在膜表面的各种沉积物)会导致产水流量和质量下降, 因此定期清洗GE(Desal™)膜元件非常重要。污垢不仅会引起流量下降, 而且会导致膜的永久性化学损坏, 从而降低膜元件的使用寿命。定期去除污染物比不定期的清洗能更有效地延长膜元件的寿命, 并提高系统性能。

该指南说明了各种GE(Desal™)膜元件的清洗时间、清洗液或杀菌剂的类型。该指南GE水处理及工艺工程处理公司确认的技术资料为基础, 仅提供给经验丰富并自担风险的专业技术人员使用。因为使用条件在GE水处理及工艺工程处理控制范围之外, 对于因使用推荐清洗液或者清洗程序而造成的损失, GE水处理及工艺工程处理不承担任何责任。

选择清洗液和杀菌剂时, 必须考虑以下因素: 污垢的种类、与膜元件的兼容性、及膜的种类。清洗液的pH值必须在膜元件能承受的范围内; 清洗液不得含有与膜元件不兼容的化学物质, 如某些表面活性剂和氧化剂(如氯): 非已知兼容的清洗液的使用可能会缩短膜的使用寿命, 并且不在GE(Desal™)元件的保证范围之内。

推荐使用的清洗液 pH 范围如下:

| 膜 | 清洗 pH 范围 |
|----------|----------|
| 醋酸纤维(CA) | 2.0-8.0 |
| 聚砜(PS) | 1.0-12.0 |
| 聚酰胺(PA) | 2.0-12.0 |

如果清洗液pH值接近推荐pH范围的两个极值, 在可行的情况下, 必须考虑并减少清洗液和膜元件的接触时间, 并降低溶液温度。

进水成分、水质周期性变化、系统回收率、流速、工作压力和进水温度都会影响膜污染的速度。因此, 在确定膜元件的清洗频率时, 必须对这些变量进行研究。如果这些变量发生变化, 清洗方法可能也需要改变。

| 膜元件直径 INCHES | 清洗流量 GPM | 井水压力 psig | 最高温度 |
|--------------|----------|-----------|----------------|
| 4 | 8-10 | 20-60 | TFM™ 膜元件: 50°C |
| 8 | 30-40 | 20-60 | 醋酸纤维膜元件: 35°C |

7.16.2 运行数据标准化

系统启动时，应记录RO膜的产水流量，透盐率和压降(进水压力减去浓水压力)。这些记录用来建立基准，以监测系统并确定适当的清洗时间。

透盐率通常用进水、产水和浓水的总溶解固体(TDS)或电导率来计算。产水TDS(或电导率)与系统进水和浓水的平均TDS(或电导率)的比率即为透盐率。利用TDS进行计算时的方程如下：

$$\text{TDS}_{\text{平均}} = \frac{\text{TDS}_{\text{进水}} + \text{TDS}_{\text{浓水}}}{2}$$

$$\text{透盐率}(\%) = \frac{\text{TDS}_{\text{产水}} \times 100}{\text{TDS}_{\text{平均}}}$$

比较当前产水流量和启动初期的产水流量时，将运行数据标准化十分重要，这样有助于更准确的比较不同条件下运行的系统性能。RO系统数据标准化请参见7.14，进水温度对产水流量的影响非常大，因此，为了得到可比较的数据，系统操作人员必须考虑温度的影响。

7.16.3 温度校正系数(TCF)

全部Desal反渗透、纳滤、超滤和微滤膜元件的温度校正系数。基准温度为77°F (25°C)。关于CF的解释可参见4.2反渗透原理。

温度校正系数@77° F(25°C)

| °F | °C | 聚酰胺膜元件(PA) | 聚砜膜元件(PS) | 醋酸纤维膜元件(CA) |
|----|-------|------------|-----------|-------------|
| 40 | 4.44 | 0.484 | 0.609 | 0.560 |
| 41 | 5.00 | 0.495 | 0.617 | 0.570 |
| 42 | 5.56 | 0.505 | 0.626 | 0.579 |
| 43 | 6.11 | 0.516 | 0.635 | 0.589 |
| 44 | 6.67 | 0.527 | 0.644 | 0.599 |
| 45 | 7.22 | 0.538 | 0.654 | 0.609 |
| 46 | 7.78 | 0.549 | 0.663 | 0.619 |
| 47 | 8.33 | 0.560 | 0.672 | 0.629 |
| 48 | 8.89 | 0.572 | 0.682 | 0.640 |
| 49 | 9.44 | 0.583 | 0.691 | 0.650 |
| 50 | 10.00 | 0.595 | 0.701 | 0.661 |
| 51 | 10.56 | 0.607 | 0.711 | 0.671 |
| 52 | 11.11 | 0.620 | 0.721 | 0.682 |
| 53 | 11.67 | 0.632 | 0.730 | 0.693 |
| 54 | 12.22 | 0.645 | 0.741 | 0.704 |
| 55 | 12.78 | 0.658 | 0.751 | 0.716 |
| 56 | 13.33 | 0.671 | 0.761 | 0.727 |
| 57 | 13.89 | 0.685 | 0.771 | 0.739 |
| 58 | 14.44 | 0.698 | 0.782 | 0.750 |
| 59 | 15.00 | 0.712 | 0.792 | 0.762 |
| 60 | 15.56 | 0.726 | 0.803 | 0.774 |
| 61 | 16.11 | 0.740 | 0.814 | 0.786 |
| 62 | 16.67 | 0.755 | 0.825 | 0.799 |
| 63 | 17.22 | 0.769 | 0.836 | 0.811 |
| 64 | 17.78 | 0.784 | 0.847 | 0.823 |
| 65 | 18.33 | 0.799 | 0.858 | 0.836 |
| 66 | 18.89 | 0.815 | 0.869 | 0.849 |
| 67 | 19.44 | 0.830 | 0.880 | 0.862 |
| 68 | 20.00 | 0.846 | 0.892 | 0.875 |
| 69 | 20.56 | 0.862 | 0.903 | 0.888 |
| 70 | 21.11 | 0.879 | 0.915 | 0.902 |
| 71 | 21.67 | 0.895 | 0.927 | 0.915 |
| 72 | 22.22 | 0.912 | 0.939 | 0.929 |
| 73 | 22.78 | 0.929 | 0.951 | 0.943 |
| 74 | 23.53 | 0.946 | 0.963 | 0.957 |

| °F | °C | 聚酰胺膜元件(PA) | 聚砜膜元件(PS) | 醋酸纤维膜元件(CA) |
|-----|-------|------------|-----------|-------------|
| 75 | 23.89 | 0.964 | 0.975 | 0.971 |
| 76 | 24.44 | 0.982 | 0.988 | 0.985 |
| 77 | 25.00 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 78 | 25.56 | 1.018 | 1.013 | 1.015 |
| 79 | 26.11 | 1.037 | 1.025 | 1.029 |
| 80 | 26.67 | 1.056 | 1.038 | 1.044 |
| 81 | 27.22 | 1.075 | 1.051 | 1.060 |
| 82 | 27.78 | 1.095 | 1.064 | 1.075 |
| 83 | 28.33 | 1.114 | 1.077 | 1.090 |
| 84 | 28.89 | 1.134 | 1.090 | 1.106 |
| 85 | 29.44 | 1.455 | 1.104 | 1.122 |
| 86 | 30.00 | 1.175 | 1.117 | 1.138 |
| 87 | 30.56 | 1.196 | 1.131 | |
| 88 | 31.11 | 1.217 | 1.144 | |
| 89 | 31.67 | 1.239 | 1.158 | |
| 90 | 32.22 | 1.261 | 1.172 | |
| 91 | 32.78 | 1.283 | 1.186 | |
| 92 | 33.33 | 1.305 | 1.200 | |
| 93 | 33.89 | 1.328 | 1.214 | |
| 94 | 34.44 | 1.351 | 1.229 | |
| 95 | 35.00 | 1.374 | 1.243 | |
| 96 | 35.56 | 1.398 | 1.258 | |
| 97 | 36.11 | 1.422 | 1.273 | |
| 98 | 36.67 | 1.446 | 1.287 | |
| 99 | 37.22 | 1.470 | 1.302 | |
| 100 | 37.78 | 1.495 | 1.317 | |
| 101 | 38.33 | 1.521 | 1.333 | |
| 102 | 38.89 | 1.546 | 1.348 | |
| 103 | 39.44 | 1.572 | 1.363 | |
| 104 | 40.00 | 1.598 | 1.379 | |
| 105 | 40.56 | 1.625 | 1.395 | |
| 106 | 41.11 | 1.652 | 1.410 | |
| 107 | 41.67 | 1.679 | 1.426 | |
| 108 | 42.22 | 1.707 | 1.442 | |
| 109 | 42.78 | 1.735 | 1.459 | |
| 110 | 43.33 | 1.763 | 1.475 | |
| 111 | 43.89 | 1.792 | 1.491 | |
| 112 | 44.44 | 1.821 | 1.508 | |
| 113 | 45.00 | 1.851 | 1.525 | |
| 114 | 45.56 | 1.880 | 1.541 | |
| 115 | 46.11 | 1.911 | 1.558 | |

注意：Duratherm™膜具有特殊的性质，上述校正系数不适用于该膜。详情请咨询GE水处理及工艺工程处理。

操作人员还应考虑其它条件的影响。例如，净推动力(进水压力减去渗透压和背压)的改变也会影响产水流量。如果进水TDS或者系统回收率改变，渗透压将改变，有效压力也将随之改变。另外，RO膜元件的透盐率也受进水压力变化的影响。如果当前进水压力和启动压力差别较大，比较当前和启动时的透盐率之前，应调整当前压力并允许系统达到平衡。关于压力校正系数，请咨询GE水处理及工艺工程处理。

7.16.4 清洗剂的选择

最终每个RO系统都需要清洗，大多数系统需要常规清洗。典型的清洗过程通常按要求包括低pH/高pH值清洗和消毒操作。清洗药剂的使用顺序以及是否需要加热等应据实际问题确定。如果不采用常规的先酸洗后碱洗的清洗程序，请咨询膜专家可以帮你做出正确选择。

在系统设计和安装时，可以考虑使系统能够分段清洗或者多段同时清洗，CIP泵可以采用高压和低压清洗。每种方法都有优缺点。如需改变原有清洗系统的设计或者操作，请咨询RO系统设计工程师和膜工程师。

应根据污染物类型和膜类型来选择清洗剂。

根据膜的类型进行选择，以避免损坏膜。

酸性清洗王要用于去除结垢，不同特定的污染物采用不同的清洗剂进行清洗。

碱性清洗王要用于去除微生物或者有机污染物。

通常的清洗顺序是先进行酸洗，然后进行碱洗。在某些情况下，如果污染主要为有机物或者微生物，可以先碱洗，后酸洗，最后再进行一步碱洗。把碱洗作为最后一步的重要原因在于它能够使得经过酸洗后的膜孔充分张开，以恢复产水流量。

某些情况下，遇到特殊生物污染物，为了加强消毒效果，需要在清洗后进行消毒。在采用高pH清洗时，或杀菌过程中，所有的采样阀和减压阀都应该处于开启状态，这样可以减少死角中微生物的繁殖。

计算化学药剂的用量通常很难且容易出错，通常会导致使用过稀的溶液而达不到理想的清洗效果。遇到这种情况，请使用CIP计算工具或者咨询GE工程师来计算每个CIP清洗操作中正确的药剂用量。在使用粉末状清洗剂时，一定要确保其完全溶解后才进入RO系统。CIP水箱应有回流循环回路或者有搅拌器，以保证清洗药剂的完全溶解。

关于特殊的CIP清洗操作建议和CIP标准计算表格请查阅附录3。当溶液开始循环并完全混合后，请检查其电导率以确定溶液浓度是在目标范围之内。

如果清洗后，系统性能不能恢复到原来的水平，那么就需要对污染物进行更详细的研究，并采取预防污染的措施。

7.16.5 清洗时间的确定

以下情况之一发生，应立即清洗膜元件：

1) 初始流量稳定后，如果产水流量下降5-15%，则需要对膜元件进行清洗，假设RO工艺进水的污染密度指数(SDI)小于5.0（如果SDI大于等于5.0，请咨询GE水处理及工艺工程处理）。在很多情况下，操作人员可以预计，在初始运行的前100小时中，产水流量有一定程度的不可逆损失，这由系统稳定调试造成。该损失为正常的流量损失，不必清洗膜元件。然而，对于该损失值仍然应认真监测，以防它是由RO预处理系统故障，或者系统设计过程中未预计到的条件引起。

2) 当RO膜元件的透盐率上升了30-40%时，也应该考虑对膜元件进行清洗。例如，如果透盐率由初始值5%上升到7%时，则表明透盐率上升了40%。注意：产水流量或透盐率急剧变化，也可能是由于其它因素引起的，如O形圈缺陷或密封圈失效导致浓水产生旁路。

3) 标准化压差上升25%系统操作人员不应根据压差判断是否进行系统清洗，因为这样可能会导致系统清洗频率偏低。（当污染物和水垢阻塞卷式膜元件之间的进水流道时，膜元件压降会增大。）压差显著增大，说明膜元件表面已积累了大量污染物/沉降物。膜元件如果达到这种污染程度，再想恢复膜元件的流量和脱盐率会比较困难。为了防止这种现象发生，应依据产水流量或者透盐率确定清洗频率。

对于多段系统，可以对整个系统或者单段进行循环和浸泡操作，以维持本节推荐使用的流速和压力。

在清洗液循环过程中，必须十分谨慎，防止通过单支膜元件的最大进水流量超过推荐值，而对膜元件造成损坏。各种膜元件的最大进水流量的资料可以在GE(DesalTM)膜元件技术说明中找到，这个值的大小取决于膜元件的类型。

同时，还必须考虑系统流体力学。大多数情况下，推荐使用较低的循环压力(20-60Psi)。目的是用最小的压力，使清洗液在系统中循环。在低压力、高流速的条件下进行操作，可以防止在清洗循环的浸泡阶段脱落的污染物重新沉降到膜表面。只要系统流体力学允许，较高压力的清洗也是可以接受的。关于这方面的建议，请咨询系统生产商。

7.16.6 清洗操作

推荐使用的清洗液循环和浸泡次数

大部分清洗液应该先循环10-20分钟，紧接着浸泡10-30分钟，此后在冲洗错流过滤器之前，再循环10分钟。用反渗透出水彻底冲洗膜元件，将清洗液排放掉。注意：使用酶清洗液时，需要较长的停留时间以便它能够和污染物充分反应。在冲洗之前，含酶清洗液的循环和浸泡时间至少为1-2个小时。

当污染物难以去除时，增加循环和浸泡时间可能会起一定作用。增加一个采用新鲜清洗液的清洗循环通常更为有效。一种污染物可能由各种不同类型的物质组成，这就需要采用不同的清洗液和/或多个清洗循环以增强清洗效果。

在清洗过程中，循环液流动方向应和系统正常运行过程水流方向保持一致。要避免逆向冲洗，逆向冲洗的产水通过反渗透膜时会导致膜元件的损坏。

清洗液的温度

因为高温可以加快化学反应速度，所以使用热清洗液来清洗元件通常效果更好。通常，热清洗液比常温清洗液脱除污垢和/或污染物的速度要快。但是，使用以上指南中列出的清洗液时，清洗液的最高温度应控制在各型号膜元件特定的温度范围以内。如果清洗液温度超过最大推荐清洗温度，对操作人员而言就存在着对膜元件造成损坏的风险。

安全警告

使用任何清洗用化学药品时，请遵循安全惯例。查看清洗化学药品容器上的标签并参考错流过滤器操作手册。如果对操作、安全或者处理程序有任何疑问，在配制或使用清洗液之前，请和清洗液供应商联系以获取详细信息。

清洗液的配制

清洗液进入系统前，所有固体清洗化学药品应该充分溶解并混合。使用RO水，或经过滤的低硬度水（小于1g / gal或者17毫克硬度 / 升水）配制清洗液。能否使用氯或其它氧化剂配制的清洗液，取决于膜的材质。

不推荐重复使用清洗液。某些清洗液有保存期限限制，因此，在使用之前应检查清洗液的生产日期。

推荐的清洗设备

推荐使用配备盖子和温度计的清洗液混合容器。同时推荐使用适当的阀门、取样口、流量计、pH计、压力计、循环泵和保安过滤器。当选择清洗系统设备时，系统部件的结构材料应在化学性质、物理性质方面与所用清洗液和温度相兼容。在清洗液返回容器管线或错流过滤器进水管线上安装有保安过滤器，该保安过滤器用来去除从膜元件上排出的颗粒物。

清洗液的需要量

估计清洗循环管路和膜元件容器中容纳的清洗液体积，二者之和即为清洗液的需要量。然后向CIP罐中加入足够的水，以防止在向系统中注水时被抽干。清洗循环开始后，清洗液逐渐代替系统中的生产用水，这部分水则应排放至下水道。这一处理过程可以防止清洗液被稀释。

系统消毒

为了防止微生物在错流过滤系统中滋生，需要使用适当的化学药剂进行定期消毒。消毒程序和化学药品的使用取决于膜元件的种类和微生物滋生的严重程度。

清洗后关闭系统

如果系统在清洗后要关闭72小时或更长时间，应配制灭菌储备液，并在系统中循环。（优先选用0.5%的甲醛溶液，也可以选用其它灭菌剂。首先必须确定选用的灭菌试剂是否和膜兼容。注意：对于新安装的(聚酰胺)RO膜组件，使用甲醛溶液作为灭菌剂时之前，膜元件在系统中至少运行8小时，否则会发生严重的流量损失。

关于用于GE(Desal™)膜元件的推荐清洗液，请参考以下页面。如果要使用不同的清洗液，请向GE水处理及工艺过程处理咨询其兼容性。我们推荐的清洗液清单为一系列在许多应用领域中非常有效的专利清洗液。因为污染物可能由多类物质组成，有时会需要采用多重清洗和 / 或多种清洗液组合清洗。

GE水处理及工艺过程处理推荐客户使用Argo Scientific反渗透膜专用清洗药剂针对不同的污垢进行清洗。Argo Scientific反渗透膜专用清洗药剂为世界反渗透药剂的领导者，其具有很好的清洗效果，而且经常使用对膜元件没有损害。

7.16.7 Argo 清洗药剂选用指南

反渗透膜专用清洗药剂

目前国内常用的 Argo 清洗药剂有 MCT 103, MCT 511, MCT 882 三种, 其简介如下:

| 类别 | 型号 | 简介 |
|-----|-------------|--|
| 清洗剂 | MCT 103 清洗剂 | 酸性液体配方, 特别对碳酸盐垢、硫酸垢、金属氧化物、铁铝胶体沉淀有效。经常使用对 RO 系统没损害。 |
| 清洗剂 | MCT 511 清洗剂 | 碱性液体配方, 对有机污垢具有强渗透和分散功能, 对有机胶体、微生物污染情况有效。经常使用对 RO 系统没损害。 |
| 清洗剂 | HCT 882 清洗剂 | 酸性液体配方, 特别对微生物、污泥及其它有机物类污染、无机类污染有效。经常使用对 RO 系统没损害。 |

Argo 清洗药剂 Kleen 产品选用指南如下表:

Kleen 产品选择-A-指南

| | 2005-5-6 | | 无机沉淀 | | | 有机沉淀 | | 泥沙 | | 膜 | | | | 认证 |
|-----|---------------|---------|------|------|---------|------|-----|----|----|----|----|----|--|-----|
| | Kleen 产品 | | 结垢 | 金属 | | | | | | | | | | |
| | 现有名称 | 原名称 | 碳酸盐 | 硫酸盐垢 | 铁 / 锰/铝 | 非微生物 | 微生物 | | CA | PA | NF | UF | | |
| | Kleen MCT 104 | MCT 103 | √ | √ | √ | | | √ | √ | √ | √ | | | |
| 液 酸 | Kleen HCT882 | | | | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | | | FDA |
| 态 碱 | Kleen MCT512 | MCT 511 | √ | | √ | √ | √ | X | √ | L | √ | | | |

下表可用来查看在新的 CIP 循环溶液中是否使用了适宜浓度的洗涤剂。

除非特殊说明, 溶液浓度 1lb / 5gal

| 产品 | 形式 | 电导率范围 | CA 膜 | pH 范围 |
|------------------|----|--------------|------|-----------|
| Kleen MCT103 | L | 3,750-4,150 | | 2.5-3.5 |
| Kleen MCT511 | L | 4,000-4,450 | 否 | 10.0-11.5 |
| 10% Kleen MCT882 | L | 9,400-10,400 | | 2.0-3.0 |

L: 限制使用, 定期使用, 但不可在每个循环中都使用

X: 不适合使用

7.16.8 普通清洗药剂选用指南

如果客户希望节省药剂费用，也可采用普通清洗药剂对膜系统进行清洗。

PS(聚砜)膜元件用清洗剂和杀菌剂

无机矿物垢

普通清洗溶液：向水中加入磷酸直至pH值达到2.0-2.5左右，然后向溶液中加入十二烷基硫酸钠直至溶液的浓度达到0.1%(1000ppm)(重量百分比)。或向脱氯反渗透水中加入EDTA的四钠盐，配置成1.0%(10,000 ppm)(重量百分比)的溶液。充分混合，将溶液注入系统之前测定溶液pH值。
注意：1.0% (10,000 ppm)的EDTA的四钠盐溶液的pH值为11.4。加入浓度为0.5%(5000 ppm)的十二烷基硫酸钠溶液(可选)。清洗液的最大允许pH值为11.5。加入EDTA的四钠盐，保持溶液的pH值在11.0-11.5之间。每五分钟测定一次pH值，必要时，可以通过添加更多的EDTA的四钠盐，以便在整个清洗持续时间内pH值始终保持在11.0-11.5之间。在低压力、温度不超过90oF(32oC)的条件下，循环该溶液15分钟。关机，浸泡膜元件10分钟。测定溶液pH值，必要时，继续添加EDTA的四钠盐使溶液pH值上升到11.0-11.5之间。继续循环清洗液十分钟左右。然后冲洗排放。注意：确定溶液混合用水不含氯和氧化剂。

有机污垢

普通清洗溶液：按照容器标签上的配制说明，向水中加入氯配制含余氯(0.002-0.003%)20-30ppm的溶液，可替代的普通清洗溶液：配制含氢氧化钠0.005%(50ppm)(重量百分比)、十二烷基硫酸钠0.1%(1000 ppm)(重量百分比)的混合溶液。测定溶液pH值，必要时，补充氢氧化钠调节溶液pH值至11.0。

| | |
|----|---|
| 铁 | 配制1.0%(10,000 ppm)(重量百分比)的焦亚硫酸钠溶液。向溶液中加入柠檬酸，直至pH值达到2.5。 |
| 硅垢 | 配制含氟化氢铵2.4%(24,000 ppm)、柠檬酸2.4%(24,000 ppm)(重量百分比)的混合溶液。必要时，继续加入柠檬酸直至溶液pH至为2.0。或者，配制EDTA的四钠盐溶液作为清洗替代溶液。替代溶液的配制见无机矿物垢清洗液的配制。 |
| 生物 | 普通清洗溶液：配制(0.002-0.003%)20-30 ppm残留游离氯的水溶液。可替代的普通清洗溶液：配制氢氧化钠含量为0.0005% (50ppm)，(重量百分比)、余氯含量为0.01%(100 ppm)的混合溶液。用氢氧化钠调节溶液pH值至11.0。对于这种浓度的溶液，推荐最大膜元件接触为每周一小时。相应地调节循环-浸泡-再循环程序。在最初10分钟循环过程之后，应检测氯的浓度。如果氯的浓度低于0.002%(20ppm)，继续添加氯，使氯的浓度升高至0.002%(20 ppm)。 |

警告：上述清洗剂 / 杀菌剂大多含有危险成分。关于您使用的清洗剂 / 杀菌剂的处理、个人防护设备和处置方法的详细信息，参见相应的物质安全数据表。

PA(聚酰胺)膜元件用清洗剂和杀菌剂

无机矿物垢

普通清洗溶液：向水中加入磷酸直至pH值到达2.0-2.5左右。或者向脱氯反渗透出水中加入EDTA的四钠盐，配制成浓度为1.0%(10,000 ppm)(重量比)的溶液。充分混合，将溶液注入系统之前测定溶液pH值。

注意：1.0%(10,000 ppm)(重量比)的EDTA的四钠盐溶液的pH值为11.4。加入浓度为0.5%(5000ppm)的十二烷基硫酸钠溶液(可选)。清洗液的最大允许pH值为11.5。加入EDTA的四钠盐，保持溶液的pH值在11.0-11.5之间。确定用来配制溶液的水中不含有氯和氧化剂。

普通清洗溶液：配制含氢氧化钠0.05%(500 ppm)(重量百分比)、十二烷基硫酸钠0.1%(1,000ppm)(重量百分比)的混合溶液。清洗用溶液的pH值应该在11.0-12.0之间，如果pH值低于11.0，另加入氢氧化钠调节pH值至有机垢 11.0。

注意：确定用来配制溶液的水中不含有氯和氧化剂且PH值不超过12.0。

铁 配制1.0%(10,000 ppm)(重量百分比)的焦亚硫酸钠溶液。向溶液中加入柠檬酸，直至pH值达到2.5。

配制含氟化氢铵2.4%(24,000 ppm)、柠檬酸2.4%(24 ppm)(重量百分比)硅垢的混合溶液。必要时，继续加入柠檬酸直至溶液pH达到2.0-2.5。或者配制EDTA的四钠盐溶液作为清洗替代溶液。替代溶液的配制见上述无机垢清洗液的配制。

警告：上述清洗液 / 杀菌剂大多含有危险成分。关于您使用的清洗液 / 杀菌剂的处理、个人防护设备和处置方法的详细信息，请参见相应的物质安全数据表。

注：GE水处理及工艺过程处理公司出于方便与帮助客户的目的提供上述清洗方案，由于存在许多GE水处理及工艺过程处理控制之外的因素，我公司不对清洗的后果承担相关的责任。

7.17 RO解剖分析结果和解释

解剖分析是一种破坏性分析方法，是检测膜元件故障最后的手段。

解剖分析常常是在常规清洗不能使RO系统恢复原有性能时采用。有时也在更换膜时进行解剖分析，以确定长期运行问题。请咨询膜专家确定解剖分析的内容和类型。

解剖分析的具体内容包括：

- 湿法检测：测定压降、流量和脱盐率。
- 内部检查：评价膜的物理状况和污染物的范围和形式。
- 单元试验：确定脱盐率和流量。
- 染料测试确定膜的物理损伤程度，特别是当脱盐率低时。
- Fujiwara检测：确定氧化性膜损坏。
- 极限氧指数(LOI)测试：估计无机和有机污染物的比例。
- SEM检测：检查污染物微观形态。
- EDX或者XRF检测：提供污染物元素分析。
- FTIR(傅立叶变换红外光谱法)：确定有机物的组成。
- 微生物评价：确定污染物生物组成。

对解剖分析结果进行评价，便可以确定导致膜性能下降的原因，并针对问题根源研究补救措施和处理方案。

- 应由有相关资质专家来进行膜解剖的结果分析。

7.18 RO膜的保存方法

7.18.1 短期保存

短期关闭RO系统(24-48小时)不需要任何特殊处理。RO系统每隔24-48小时必须(以工作模式运行)运行1小时,以降低系统内生物的生长和停留的可能性。

关机时,有些系统使用RO产水冲洗或者自动CIP冲洗。这种循环将允许系统保持在“准备运转”状态。如果系统停机时能自动冲洗,那么运转间隔可以稍微增加。如果急需“停止”RO系统,则需要按以下步骤操作。这些步骤能防止微生物在膜元件上滋生。膜元件可以在膜壳中进行保存,也可以拆卸后单独保存。

在工业中,通常可以选用以下四种药剂中的任意一种来保存膜元件:

1. 3.0%的BetzDearborn DCL30(亚硫酸氢盐)。
2. 柠檬酸基产品(如果用于饮料、饮用水或者医药行业,需要为FDA认证产品)。
3. DPNPA或者异噻唑啉基消毒剂。
4. 1%亚硫酸氢钠(食品级)和18%的丙二醇。

无论是用于工业水处理或者饮用水处理,都需要选择化学药剂。对饮用水RO系统,推荐使用亚硫酸氢盐。

采用亚硫酸氢盐保存RO膜时,应按照以下步骤进行操作:

1. 在线清洗(CIP)RO膜元件。
2. 使用用RO产水配置的3.0% BetzDearborn DCL30溶液冲洗RO段。
3. 当RO段充满该溶液(要求保证完全充满)时,关闭阀门将该溶液保留在RO段。
4. 温度低于80°F(27°C)时,每隔30天用新鲜的清洗液重复步骤1、2,当温度高于80°F(27°C)时,每隔15天采用新鲜溶液重复步骤1、2。

溶液的pH值应控制在3.5-9.5之间,应定期进行监测。如果pH值不在以上范围之内,应更换保护液,因为长期暴露于酸性或碱性环境会对膜造成损坏。定期监测酸式亚硫酸盐的浓度,如果溶液浓度低于0.1%,应使用新的溶液;温度应该保持在25°C以下。

当RO系统准备重新启动时,打开出水阀,用低压进水冲洗系统近1小时;然后,开启在高压条件下冲洗系统5到10分钟,产水排放。在恢复运行RO系统之前,需要检验产品水中消毒剂的残留情况。

7.18.2 长期保存

对于长期保存，为减少维护，可使用低pH值的清洗剂冲洗系统，按以下步骤进行操作：

1. 进行在线清洗。
2. 在CIP水箱中充满RO产水(充满CIP水箱)。
3. 向CIP水箱中加入低pH清洗剂(MCT442或MCT882)，混合，配制成浓度为2%的溶液。
4. 在RO单元中循环该溶液15-20分钟。
5. 关闭RO设备。
6. 关闭CIP水箱和排水槽中的阀门。
7. 可将酸溶液保留在RO单元中，或者缓缓排干RO单元。如果保存温度低于最大膜工作温度

膜元件可以在膜壳内保存一年时间而膜的性能不受影响。在启动期间，可能需要24-72小时的时间进行彻底冲洗。

对于长期保存，也可采用拆卸后保存，按下述步骤进行操作：

1. 进行在线清洗。
2. 拆卸膜元件，并使膜元件滴干。
3. 将膜元件置入含1%亚硫酸氢钠(食品级)和18%的丙二醇的混合溶液中，浸泡30分钟。监控浸泡液浓度，因为它可能随着时间而稀释，并进行相应的调节。
4. 膜元件滴干后，装入塑料袋并密封。塑料袋中不得含有浸泡液。
5. 将元件存贮于阴凉干燥的仓库中，或装箱后保存；温度应该保持在10-20°C，因为冷藏有助于保存。
6. 在启动期间，可能需要24-72小时的时间进行彻底冲洗。

GE水处理及工艺过程处理确信以上信息准确无误。但以上信息仅作参考之用。因为使用方法和条件在GE水处理及工艺过程处理控制范围之外，所以GE水处理及工艺过程处理对该程序不做保证。对上述处理方法GE水处理及工艺过程处理不承担任何责任。

7.19 膜元件的安装

7.19.1 膜元件安装说明

1) 将膜元件从压力容器的进水端平行推入，盐水密封应正对压力容器的进水端(露在压力容器进水端外面，并且开口朝外(参见下图))，浓水密封圈的功能是密封膜元件与膜壳之间的间隙，防止设备操作过程中发生进水旁路，使进水能得到充分有效处理。压力容器外面留出6英寸长的膜元件以便接着装配后面的膜元件。

将膜元件推入膜壳的时候，应该尽量做到平行推入，不要让膜元件与膜壳边缘接触，以防产生摩擦。

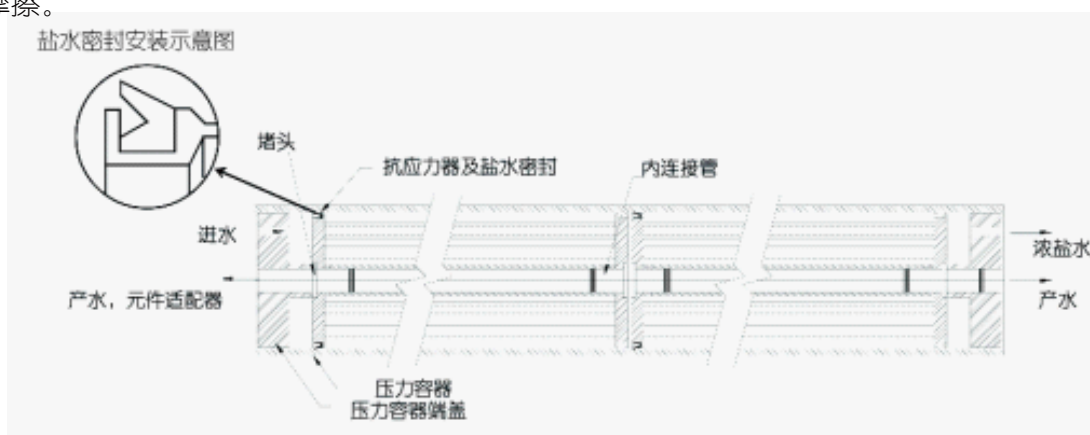


图7-23 膜元件安装说明书

2) 记录膜元件的系列号以及膜元件在压力容器内的位置。

3) 在内连接管的O形圈上涂抹少量甘油或合格预处理的水。将内连接管旋入膜元件的产水管内。旋转内连接管，确保O形圈就位。安装时需注意O形圈及内连接管表面没有划伤或污物，O形圈安装时候不得扭曲，若O形圈泄漏，进水就会混入产水中，导致产水水质下降。

值得注意的是不允许使用甘油和纯水外的任何润滑剂(石油类，润滑脂，凡士林及洗涤剂)，汽油类及稀释剂等，否则可能导致产水管破裂，从而使产水水质严重下降。

4) 将第二支膜元件不带盐水密封的一端对准第一支膜元件的内连接管。慢慢地推动并旋转第二支膜元件，将内连接管插入到第二支膜元件的产水管。

5) 平行将这两支膜元件推入压力容器，直至第二支膜元件露出仅6英寸为止。

6) 记录第二个膜元件的系列号以及在压力容器内的位置。

7) 重复步骤5)、6)安装剩余膜元件。

8) 所有膜元件都装入压力容器后，将元件适配器旋入容器两端的膜元件。旋入前，应将元件适配器涂上甘油。

9) 将浓水侧端板与膜壳连接(请参考膜壳生产厂的使用说明书)。

完成浓水侧端板的安装后，应从进水侧向浓水侧推动膜元件，保证膜元件与浓水端板紧密连接。元件的机械损坏。

10) 将进水侧端板与膜壳连接(请参考膜壳生产厂的使用说明书)。

进行进水侧端板的安装时候, 应注意测量端板与适配器之间的间隙, 间隙应在10mm范围之内, 如果间隙较大, 应采用环状聚氯乙烯垫片消除存在的间隙(见图-3)。如果端板与适配器之间的间隙较大, 系统启动和停机的时候, 膜元件会在膜壳内来回窜动, 加速密封圈的磨损, 并可能导致膜元件的机械损坏。

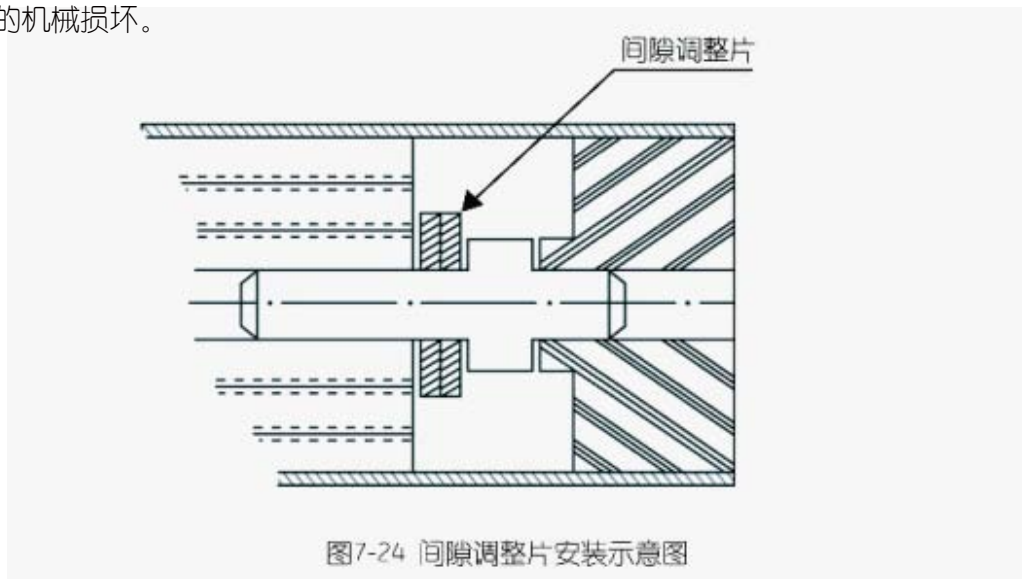


图7-24 间隙调整片安装示意图

将浓水端板、进水端板与元件适配器连接; 将端板固定好。

11) 安装图显示了压力容器内内连接管和膜元件的正确布置。

7.19.2 膜元件拆卸说明

- 1) 拆掉压力容器两端的外接管路, 按要求拆卸端板, 将所有拆下的部件编号并按次序放好。
- 2) 从压力容器两端拆下容器端板组合件。
- 3) 从压力容器进水端将膜元件依次推出, 每次仅允许推出一支膜元件, 当膜元件被推出时应及时接住该膜元件, 防止造成膜元件损害或人员受伤。

7.20 间隔管的安装

当希望降低系统的产水量的时候, 有三种方法: 1. 将某些膜壳停运(主要对于大型的系统), 2. 降低运行压力, 但会导致产水水质下降, 3. 通过减少设备中元件的数量来减少设备产水量, 这时候便需要安装间隔管。

每支膜壳仅允许安装一个间隔管, 且必须安装在压力容器进水最前端位置, 因为前端的位置受压最小, 间隔管发生断裂的可能性最小。

同一段的膜壳中必须同时安装长度相同的间隔管, 否则系统的水力负荷会严重不均匀。

在安装过程中, 需要采用空心内连接件以及ATD。

在运行过程中应尽量避免间隔管振动。

7.21 启动 / 停机程序

7.21.1 第一次的启动

1) 预处理水的处理

不合格的水进入了反渗透膜，会引起污堵、结垢、氧化等问题，因此在系统启动前加查预处理水的合格性十分重要。有两点必须注意：a. 将系统加工过程中产生及系统本身带有的杂质冲洗干净；b. 预处理水水质合格。

系统加工的时候，会在管道、容器内部残留金属屑、焊接屑、塑料屑等杂质，管道内部也存在铁锈、机械油等杂质，如果这些杂质进入膜元件，会引起严重的污堵，因此，安装膜元件之前充分清洗管道和装置是十分重要的。建议先用加压水冲洗预处理单元及管道和膜系统，然后再针对可能存在的铁锈、机械油进行酸洗和碱洗，最后用经过预处理的水将系统冲洗干净。

聚酰胺RO膜在给水的pH值略小于7.0，LSI<0，污泥密度指数小于3的情况下运行起来效率最高；如果系统在水的pH值较高，且硬度较高的情况下运行，可能需要加酸，投加阻垢剂或者软化处理(详情请参见第5章)。在启动系统前必须进行水质分析。为了把在膜上的碳酸钙、硫酸钙或其它矿物沉淀物出现的可能性降到最低，建议对进水条件进行评估，水质分析数据通过计算机程序分析处理，用来确定是否存在潜在的问题，季节变化对于水的变化也需考虑在内。

在把水送入机器前，供给水必需先经过最小为5微米的过滤装置过滤，因此须检查滤芯中是否已经装入保安过滤器。

注意：如果预处理使用了软化床，当机器运行时，软化床不能再生，除非在再生过程中使用了保护措施来确保机器运行时用的是软化水。

备注：聚酰胺膜一定不能承受下列化学品，否则可能会导致去除率和 / 或渗透水量的持续下降。

- 游离氯或全氯。
- 臭氧。
- 油和油脂或有机化合物。
- 碘化物。
- 四元杀菌剂。
- 阳离子表面活性剂。
- 含有非离子型表面活性剂的去垢剂。
- 那些批准使用以外的清洁剂。
- 其他氧化剂。

推荐的进水水质详情请参见7.2。
在确定预处理合格之后，才能安装膜元件。

2) 正确的开机步骤

水锤及过大的进水流量和压力易发生在开机时，这些因素会对膜元件造成不可逆的损害，因此按正确的开机步骤操作，才能使系统运行良好。

- a 系统进水、浓水及产水阀门完全打开；
- b 用低压、低流量合格预处理水将膜元件内和压力容器内的空气排净(冲洗压力及流量如下表)，直至浓水管出口或流量计不再有气泡冒出时将流量逐渐升高。如果系统安装湿膜，冲洗时间为30-60分钟，如果安装了干膜，冲洗时间则应该在8小时以上；或者先冲洗1小时，然后浸泡8-12小时，最后再冲洗1小时。在冲洗期间，不允许投加阻垢剂。

| | 冲洗压力(bar) | 冲洗流量(m ³ / hr) |
|------|-----------|---------------------------|
| 4"膜壳 | 2-4 | 1-2.8 |
| 8"膜壳 | 2-4 | 2.4-11 |

冲洗过程中的所有产水和浓水均应该排放。

在清洗过程中，检查所有阀门和管道是否漏水，如有漏水应固紧、缠绕生料带或修补漏水点。

- c 关闭进水控制阀，并确认产水阀和浓水控制阀处于打开位置。
- d 高压泵启动前，高压泵与膜元件的进水控制阀几乎处于全关位置，防止瞬间的高流量和高压力损伤膜元件。
- e 启动高压泵；启动阻垢剂等加药泵。
- f 启动高压泵后缓慢开启进水控制阀，逐渐提高RO装置的进水压力，使浓水流量达到设计值。
- g 缓慢打开高压泵出口进水控制阀的同时，慢慢关闭RO装置浓水阀，并保持浓水流量在设计值附近；注意产水流量的上升，并逐步调节使回收率达到设计值。
- h 检查阻垢剂、还原剂、酸等化学药剂投加量是否和设计值达到一致，并测定进水的pH值。取浓水样，检查其朗格利尔饱和指数(LSI)、CaSO₄和二氧化硅浓度。
- i RO装置连续稳定运行1-2小时后，测量每支膜壳产水的电导率是否正常，如果发生异常，应检测O形圈是否存在泄漏或其他故障。
- j 产水合格后，打开产水输送阀门，将产水输送到产水箱或者其他后续设备。
- K 按表7.22记录运行数据。
- L 上述操作过程在手动模式下进行，待系统稳定后，将手动模式转换成自动模式。
- m 在连续运行2 / 1小时后，按表7.22记录系统的运行数据。并将此时的数据作为系统运行的基准数据。

注意：装有湿膜元件的系统，在系统运行几小时或者1-2天之后，能较快地达到稳定的产水量和脱盐率；干膜元件则需要一个“活化”的过程，其初始产水量会稍微高一点，但其脱盐率可能偏低，可能需要几天的时间达到理想的状态。

对于二级反渗透系统，第一级系统运行至少1天以上，其产水才能向第二级供水。

7.21.2 日常启动

日常启动常常由自动控制实现，手动控制同7.21.1的正确开机步骤c-m。

系统启动和停机的时候会带来压力与流量的突变，会对膜元件产生机械冲击，因此应该尽量减少系统启停机。

日常性能数据必须记录在日志表中(章节2.23.2)。

7.21.3 系统停机

1) 关机前，需用RO产水或经过预处理的去离子水冲洗膜系统，冲洗压力为3bar左右。冲洗用水不能含有任何化学药剂，尤其不能含阻垢剂和氧化剂。

冲洗的目的是将高含盐量的浓水和部分污染物从膜壳中冲出。将高含盐量的浓水冲出可以避免停机后的产水回吸，产水回吸可能导致脱盐层从膜的支撑层剥离。将部分污染物从膜壳中冲出，可以降低膜系统内细菌生长的可能性。

2) 释放系统压力并关闭进水泵。

3) 系统稳定后，确保水不会从膜元件中排出。同时要保证膜元件的产水侧无背压。如果产水管线停机时带压，膜元件就可能遭遇静态产水背压，背压会导致产水从膜的产水侧压入进水侧，从而导致脱盐层从膜的支撑层剥离。背压不得超过0.3bar。

4) 如果系统停机多于一周，应向系统中添加防腐溶液，以防系统中微生物滋生。

5) 如果系统停机不到一周，用经过预处理的水每天冲洗系统一次，即可减少微生物滋生。

* 如果运行过程中，产水管线的压力大于大气压，则必须在产水管线上安装止回阀，这样可以防止关机时产生背压，包括瞬时背压。

7.22 运行日志

| | |
|-------|------|
| 客户名称: | 日期: |
| 型号: | 检验员: |
| 泵的型号: | 序列号: |

| | 单位 | 时间 | 时间 | 时间 |
|--------------|---------------------------|----|----|----|
| 进水温度 | °C | | | |
| 进水 | pH | | | |
| 进水余氯(或者 ORP) | ppm(或 mV) | | | |
| 进水 | SDI15 | | | |
| 进水浊度 | NTU | | | |
| 进水硬度 | 以 CaCO_3 计 ppm | | | |
| 产水量 | m^3 / hr | | | |
| 浓水量 | m^3 / hr | | | |
| 总流量 | m^3 / hr | | | |
| 回收率 | % | | | |
| 保安过滤器入口压力 | bar | | | |
| 保安过滤器出口压力 | bar | | | |
| 第一段进水压力 | bar | | | |
| 第二段进水压力 | bar | | | |
| 浓水压力 | bar | | | |
| 产水压力 | bar | | | |
| 进水电导率 | $\mu\text{S} / \text{cm}$ | | | |
| 第一段浓水电导率 | $\mu\text{S} / \text{cm}$ | | | |
| 第二段浓水电导率 | $\mu\text{S} / \text{cm}$ | | | |
| 总浓水电导率 | $\mu\text{S} / \text{cm}$ | | | |
| 第一段产水电导率 | $\mu\text{S} / \text{cm}$ | | | |
| 第二段产水电导率 | $\mu\text{S} / \text{cm}$ | | | |
| 总产水电导率(仪表) | $\mu\text{S} / \text{cm}$ | | | |
| 产水电导率(手动检测) | $\mu\text{S} / \text{cm}$ | | | |
| 脱盐率 | % | | | |

备注(过滤器更换, 清洗及运行评价)

8 服务信息

8.1 质量保证书

8.1.1 材料及制造工艺保证书

GE水处理及工艺过程处理保证，按标书或合同提供的产品的材料和制造没有实质性的缺陷。在用户按照GE水处理及工艺过程处理的书面说明书正确使用的前提下，保证期自设备开始工作起一年，或者自接收设备之日起15个月的期限内(以时间期限短的为准)。非GE水处理及工艺过程处理生产的零部件由这些零部件的生产商负责保证，保证期通常为一年。

对于常规水处理，在GE(Desal™)卷式膜元件未在高温、高pH值等条件下运行，且未被误用在灭菌水、易沉淀溶液中，并按照正确规范进行操作的前提下，GE水处理及工艺过程处理保证保证从收到之日起，GE(Desal™)卷式膜元件可以连续运行12个月。

在收货90日内，若无不当使用，而膜元件不能正常工作，在退回工厂后，除运费及本地人工费外，本公司将进行免费更换。如果在剩余保证期内元件不能正常工作，膜元件退回工厂后，GE水处理及工艺过程处理将负责更换新元件，并按照元件使用时间，在12个月所占的比例上，收取费用，同时收取由此而引起的运费和本地人工费用。这种按比例分摊的费用将以保证期开始时的标价为准。在保证期条款下供应的新膜元件将具有标准12个月的新品保证期。如果元件在允许的储存期结束时尚未投入使用，膜元件的首次使用即被认为在使用允许的储存期之外。

客户应对收到膜元件的验收测试负责，以确定膜元件符合卖方公布的性能规范。对于任何不能符合技术规范的膜元件、应在30天内告知GE水处理及工艺过程处理。如果GE水处理及工艺过程处理在三十日内没有收到产品不符合性能规范的通知，GE水处理及工艺过程处理及认为所有提供的膜元件都是合格的。

所有非因保质原因而退回的元件必须是未使用过的产品，并保持原出厂包装。退回的元件不符合上述标准的，将会被拒收，或者收取额外费用使该元件恢复成可销售状态。

GE水处理及工艺过程处理膜元件储存保证：

1. 在环境温度小于100°F(38°C)时，所有干膜(除醋酸纤维膜元件外)可储存6个月。
2. 温度在100 °F (38 °C)到122(50°C)之间时，在干燥环境下，膜元件在原包装箱存放，并保持聚乙烯袋完整时，可储存3个月。
3. 当温度超过122 oF(50 oC)时，GE水处理及工艺过程处理不提供保证。
4. 所有从GE水处理及工艺过程处理工厂装运的湿元件必须存放在凉爽、干燥、不受阳光或人工照明直接照射的地方，保存温度为86oF(30°C)以下，使用原包装箱存放，并保持聚乙烯袋完整时，可储存3个月或至产品有效期，保证的储存期以先到日期为准。

醋酸纤维膜元件(干膜或湿膜)的储存:

5. 在凉爽、干燥、不受阳光或人工照明直射, 环境温度小于86 oF(30OC)的条件下, 不超过6个月。

如果元件退回GE水处理及工艺过程处理作质保检验, 在退回元件之前, 用户必须取得GE水处理及工艺过程处理退货授权码(RGA)。膜元件必须以买方预付运费的方式运回GE水处理及工艺过程处理指定检验地点, 对于在保证期更换的产品, GE水处理及工艺过程处理将以运卖方预付运费的方式运送给用户。在退回原厂之前, 膜元件必须始终保持潮湿、清洁、并装入防水密封袋。只能对膜元件使用经GE水处理及工艺过程处理认可的清洗液、杀菌剂、分散剂或其它化学药品。其它化学药品的使用将不在保证范围以内。用户应了解元件材料信息, 并且确保对于膜或材料有损害的化学药品不得与元件接触。

用户有义务保留对系统经常性和系统性的操作记录。在保质评估时, GE水处理及工艺过程处理可能会要求客户提供这些记录。用户在使用, GE水处理及工艺过程处理设备或GE(Desal™)膜元件过程中, 一旦见到任何异状, 必须马上通知GE水处理及工艺过程处理公司。这些通知必须以书面形式发出, 并且应该包含运行记录表中所有数据。

8.1.2 三年按比例限制膜元件性能有限质量保证书

有限质量保证

受保证的膜元件范围：GE(DesalTM)纯水膜，OSMO PRO系列膜元件

在用户(以下称“买方”)按照GE水处理及工艺过程处理公司(以下简称“卖方”)推荐的设计和操作规范使用的前提下，卖方对上述由本公司生产的卷式膜元件(以下简称“元件”)的材料、生产工艺和元件性能提供有限质量保证：

初始性能

卖方向买方保证，膜元件具有如元件技术说明书中所规定的初始性能。

全部质量保证期

卖方向买方保证，从GE水处理及工艺过程处理厂家装运之日起12个月内，膜元件在材料和制造方面无影响元件性能实质性的缺陷。

比例退换期

从“保证期开始”章节中指定的日期开始，卖方提供36个月的按比例限制的性能保证。卖方保证，在按比例退换期间，如果按照本保证标准测试条件部分(见元件技术性能说明书)指定的条件进行操作和保存，并经过一个正确的清洗周期之后，元件的产水量至少为技术规范说明书中的最小值的70%，透盐率不得超过技术说明书中所规定的最大值的2倍。

比例退换期的开始

保证期开始日期从以下列表中最早开始日期为准。

在膜系统中首次运行膜元件的日期。

从卖方生产厂家装运之日起，到达北美任何地区之后3个月。在本文件中，北美包括加拿大，美国，墨西哥，和加勒比岛屿。

从卖方厂家装运之日起，到达世界其他地区6个月后。

保存条件

如果下列保存条件不满足，GE水处理及工艺过程处理上述承诺的三年有限质保责任将不成立：

- a) 元件保存温度不得超过元件产品说明书中指定的最大运行温度
- b) 膜元件不得直接暴露于阳光之下；当将搬运膜元件时，膜元件直接受阳光照射的时间不得超过几分钟。
- c) 在首次使用之前，元件应该在原包装塑料袋中保存。

运行条件

如果下列运行条件不满足，GE水处理及工艺过程处理上述承诺的三年有限质保责任将不成立：

- a) 元件的进水不得含有油、脂、胶体、颗粒物质或者有微生物滋生。
- b) 元件的进水不得含有臭氧、高锰酸、六价铬、自由氯、次氯酸、次氯酸盐和其它对元件造成损坏的氧化剂。

c) 运行条件, 如温度、压力、pH、进水SDI15和浊度不得超过元件技术说明书中所规定的范围之外。

d) 应该保持元件完好、清洁。当标准条件下的产水量下降了10%时, 买方必须使用卖方认可的清洗程序进行清洗。

e) 元件系统设计应该符合有关工程标准, 元件在任何时候都不能暴露于水锤或产水背压。这里的产水背压指产水静压力减去浓水静压, 该值为正值。

f) 应该对膜元件的反渗透系统的运行参数和系统性能进行常规1)记录, 2)基准条件校正, 3)检查, 4)按照一定的格式进行归档。运行参数至少应该包括: 进水温度和pH值、进水和运行压力、日期、使用时间和系统采用的清洗药品。

g) 如果涉及到质保责任, 买方在卖方提出要求时候, 买方应该向卖方提供f)项所收集的数据。在卖方提出要求时, 买方应该允许卖方参观和检查质保责任相关元件的设备和操作程序。

质量保证投诉程序

买方填写退货授权表(从卖方质量保证部门取得)运送到卖方质量保证部门, 预付运费。卖方有权对这些被声明有缺陷的元件以及使用它们的膜系统进行检查或测试, 或要求买方进行这类检查或测试并将检测结果发送至卖方, 或要求买方退回所有或部分保证期内的元件。

如果在检测膜系统时发现, 膜元件的损坏是保证之外的原因而引起的, 买方应该每天向卖方支付500美元, 并支付卖方代表在检测和测试这些元件和膜系统时所发生的全部直接费用。

如果卖方要求买方退回膜元件, 买方会收到RGA码和装运元件的说明书(预付运费, 并有正确的装运文件, 包括RGA代码)。如果卖方确定被退回的元件符合质量保证, 运行正常, 卖方将把元件退回买方, 同时收取运费, 并对每个元件收取100,00US的费用。如果退回元件的平均性能达到或好于保证的性能, 则认为元件符合保证要求。

维修和更换

方履行本保修单的义务以及买方单方面对产品缺陷的补救措施限于, 且应完全由卖方执行, 并由卖方全权酌情决定, 或者维修任何有缺陷的膜元件, 或者以该种膜元件的当前售价更换相同的膜元件。在更换不合格的元件时, 价格以膜的出厂市价为准, 扣除折扣。折扣应完全根据材料和制造保证书来执行, 根据质保责任比例分配保修单, 在有效的保证期(每月1/36)内按比例分配。上述元件保持同样的三年按比例分配的膜元件的有限性能保证。保证期始于“保证期开始”部分中规定的日期, 这里的日期是指维修或更换的元件的日期。

卖方所有责任不应超过没有达到保证性能元件的价值。

关于产品保证的声明和限制

本保证书代替并排除所有其它书面或口头的、明示或的或暗示的、以及法定的其他保证书, 包括适销性和适用于任何特定用途的适应性的任何保证, 并且任何赔偿要求将仅限于根据此保证书而应给予的赔偿。

销售商不对任何由货物或服务导致间接的、特殊的、附带的、惩戒性损失负责任。无论这些索赔要求是否来自真实的或声称的违背产品保证和赔偿，违反合同和产品责任，违反法律规定。销售商将不对任何与直接财产损失不相关的利润损失、成本增加以及其它损失负责任。

转让

未经卖方事先书面同意，买方不得转让或出让该质量保证。

注意：卖方对本文件中的信息不承担任何责任或义务，也未提供任何保证。仅当卖方与买方签订相关的合同之后，本文件方可生效。由于使用条件和适用法律可能因时而异，买方有责任确定本文件里的产品和产品信息是否合适买方使用，并确保自己的工作场地和处理产品的方式符合可使用的法律和其它政府法规。

8.2 退货授权

以下几点适用于退回GE水处理及工艺过程处理公司作质保评估或退回库存的膜元件 / 分离器。

1. 退货之前，请与客户服务部门联系以取得退货授权码(RGA)。没有书面认可的退货将被退回给客户，运费由买方承担。
2. 退货授权码(RGA)发出之前，客户需要提供以下信息：

| 保修退货或换货 | 退回库存(新产品) |
|--------------------|----------------|
| a)零件编号 / 说明 | a)零件编号 |
| b)序列号： | b)数量 |
| c)退货原因 | c)原因 |
| d)进水分析、pH值、温度、操作压力 | d)原始订单或销售订单 |
| e)性能参数、流量和脱盐率 | e)联系人 |
| f)在线时间(从安装日起到拆除日止) | f)电话 / 传真或电子邮件 |
| g)产品应用 | |
| h)系统说明(膜元件总数、安装排列) | |

3. 在以下任何一种情况下，退回的元件将不在保证范围之内：
 - 未经授权对产品进行更改
 - 明显的由于使用而造成的损坏
 - 不适当的储存和处理
4. 在退回原厂之前，膜元件必须随时保持潮湿、清洁并应装入防水密封袋。只能对膜元件使用经GE水处理及工艺过程处理认可的清洗液、杀菌剂、分散剂或其它化学药品。
5. 经过测试，如果元件符合技术规范要求，买方将承担劳务费和运费。关于具体费用，请联系客户服务部门。
6. 将定购的货物退回仓库需要收取100美元或仓储费用的20%(以价格高者为准)。
7. 顾客将会收到一个综合报告，说明测试结果和确定的保证。

在发出退货授权码(RGA)之前, 客户需要提供以下信息: 关于退货程序的更多信息, 请参阅产品目录中有关销售信息的章节。

公司信息

公司名称 / 工厂: _____

地址: _____

城市: _____ 州: _____ 国家: _____ 邮编: _____

联系人: _____ 电话: _____ 传真: _____

E-mail: _____

膜元件 / 系统信息

定货单编号: _____

零件编号 / 说明: _____ 数量: _____ 膜元件数量 / 安装排列: _____

退货原因(详细说明): _____

进水类型: _____ (若可能, 发送一份进水分析报告) _____ 流速: _____

PSL: _____ 温度: _____ TDS: _____ pH: _____ %回收率: _____

预处理(是 / 否): _____ 如果是, 什么类型: _____

使用的清洗液 / 杀菌剂(如果使用, 什么类型): _____ 使用频率: _____

启动 拆卸 安装日期 拆除日期

GPD %CR GPD %CR

系列号: _____

系列号: _____

系列号: _____

退回的货物是否接触过危险品和 / 或具有潜在危险的化学药品, 或可能对人员, 环境或设备带来威胁的细菌?

是 / 否

如果是, 请附上材料安全数据表(MSDS)并按联邦法规要求对材料进行说明。

8.3 条款和条件

定单的接受

定单的修改、交货时间以及其它变更都应获得GE水处理及工艺过程处理法人办事处的认可。

付款

在整30日内汇入指定银行帐户。在其它情况下，定货付款。30日后每月须额外支付1.5%的费用。

装运

价格按照制造设备的出厂价。

批量价格

批量价格按照附有交货日期的确认订单制定，该交货日期不得超过自确认定货之日起六个月的时间期限。订单到期后修改交货时间，卖方将有权调整新一批货物的价格。

交货

在正常情况下，GE水处理及工艺过程处理在接受订单后60日内装运标准产品。对于非标准产品的交货时间，卖方将在客户提出供货要求时给出。除非GE水处理及工艺过程处理同意在特定的时间内装运，否则不对任何产品的延误装运负责，即使在此特定情况下，如果这种延误是由GE水处理及工艺过程处理所不能控制的原因造成的，GE水处理及工艺过程处理也不对任何装运延误负责。在任何情况下，当GE水处理及工艺过程处理通过某公共承运人将货物或设备发运给买方时，有义务在规定日期内将此种产品装船发货。

货物产权的移交

在通过公共承运人将货物发运给买方时，货物或设备的所有权将被移交给买方。

运输索赔

如果货物在运输过程中受损或丢失，买方有责任提供所有交货单和票据，并将承运人运送的全部货物开封检查。出厂时，装运单位要求买方对承运人因丢失或损坏货物而发生的所有索赔要求进行投诉。

概要

所有订单都受到当时有效的GE水处理及工艺过程处理条款的限制。

由GE水处理及工艺过程处理负责的所有交货行为都将被视为按照上述条款执行，除非GE水处理及工艺过程处理以书面形式另有陈述，否则对任何订单的补充性无冲突条款都要得到GE水处理及工艺过程处理认可。由GE水处理及工艺过程处理装运的任何材料或设备，一经买方认可和 / 或使用，将视为认可此处的条款。

8.4 现有服务

除了其多样化的产品受到广泛赞誉，GE水处理及工艺过程处理还拥有一批技术纯熟的专业人员以及丰富的资源来为客户提供全面的应用协助。从系统设计、产品选型、启动运行及售后服务，我们欢迎客户在售前、销售期间或者售后利用我们特有的资源。以下是GE水处理及工艺过程处理提供的各种服务项目。

标准水质分析

为客户的水样提供标准的水质分析。其中包括电导率、pH、碱度、溶解性硅和铁及常见离子(如锰、钙、钠、硝酸盐、磷酸盐、硫酸盐等等)的分析。如果需要对非常见离子(如碘化物、溴化物、醋酸盐等等)进行分析，需要客户提出特别要求。对TOC、BOD、和COD的分析也需要客户提出特别要求。

初步筛选试验

在GE水处理及工艺过程处理可以进行初步筛选试验服务，该试验又称单元试验。在特定的条件下，对进水水样进行试验，以确定处理效果较理想、应用上可行的膜。客户至少需提供5gal水样进行筛选试验。

大规模单元试验

这种单元试验可以用来确定客户所需要的最佳的膜。同时还给出满足客户分离要求的运行参数。

单元试验装置的租赁

客户也可以租赁单元试验装置。租赁设备时，会随机提供给客户一组试验用膜。在装运租赁设备之前，GE水处理及工艺过程处理要求客户支付保证金。这笔保证金可用作租赁费用。

您也可以选择购买单元测试设备。许多GE水处理及工艺过程处理客户因为需要为大量的进水样本进行筛选，通常会选择购买单元试验设备。GE水处理及工艺过程处理提供的单元试验装置有低压力 (PDF 318KB)单元试验设备以及高压(230KB)不锈钢试验装置。

小试装置

小试装置用于单元试验之后，用来确定膜的筛选是否可行。在客户设计他们的商业用膜系统之前，小试可以用来对卷式膜进行全面测试。小试还能对系统运行参数进行优化。同时，清洗程序也可以通过小试装置确定。

小试装置租赁费用包括全套测试元件的费用，以及美国境内的任何地点的现场试运行协助费用。在设备装运之前，需要交纳一笔定金，这笔定金可用作租赁费用。小试装置可选择带有循环泵(PDF1MB)的设备或者不带循环泵的设备(PDF 232KB)。这些设备也可供购买。

外观检验和元件重复试验

该试验包括外观检查和实验室湿测试，用来确定膜元件流量和脱盐率(如果适用)。正确确定出现的问题是否和膜有关时，对实验室测试结果和现场测试结果的比较通常具有一定价值。

膜的解剖分析

膜元件解剖分析是一种科学的解剖分析方法，用来确定膜性能损失的原因。化学、物理以及微生物的分析方法可以确定污染物种类以及它们对膜性能的影响。

最常出现的问题有：

生物污堵

铁和淤泥（硅酸铝）沉积

膜结垢

通过使用光学显微镜，经验丰富的技术人员通常可以根据视觉、嗅觉和触觉识别出现的问题。需要进一步研究时，可以使用以下方法：

SEM(扫描电子显微镜)

EDS(能量散射式X射线光谱测定法)

FTIR(傅立叶变换红外光谱法)

解剖分析是一种破坏性分析方法，分析完成后膜将不能恢复使用。因为更换膜元件、解剖分析和系统停机涉及的成本很高，所以解剖分析通常是最后的选择。

进行解剖分析时，应小心地从压力容器中取出膜元件，以免发生外部交叉污染。然后将元件装入防水袋并密封，迅速送到实验室进行分析。不得使用任何形式的防腐剂处理元件，以免影响生物检验。GE水处理及工艺过程处理将对所有受检膜元件出具检测报告。

FTIR-傅立叶变换红外光谱法

傅立叶变换红外光谱法用于确定复杂的有机物沉积。通过红外照射，FTIR能够确定试验样品中不同的官能团和它们的相对数量。样品对不同波长的光的吸收，可以确定存在哪些官能团。FTIR光谱分析得到的曲线为吸收率一波数曲线，其中波数为波长的倒数。对新膜和污染膜的两种FTIR曲线进行比较，可以确定是否有某种未知的化合物附着在被污染的膜表面从而引起污堵。下图为某样品的FTIR曲线：

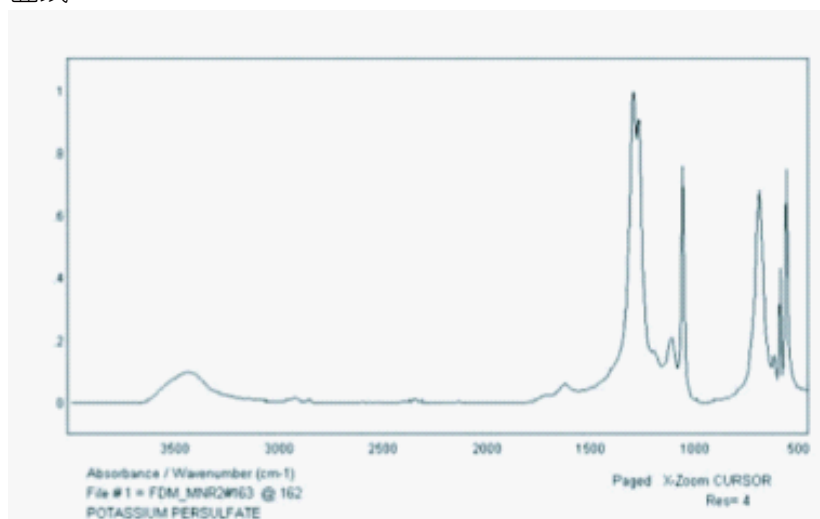


图8-1某样品的FTIR曲线图

UV(紫外) / 可见光谱

该方法的用途和FTIR相似。唯一的区别在于UV / 可见光谱法使用的光谱段不同。该方法用来检测红外光检测不到的官能团。

扫描电子显微镜(SEM)

扫描电子显微镜通过向膜的表面发射电子束来检查其微观结构。通过电子的反向散射和特性X射线构造可以确定膜表面的形态。利用SEM可以得到放大50,000倍的显微照片。使用该技术，我们可以对新膜和污染膜进行比较，确定产生污染的原因。以下为一个膜的横截面的SEM样品照片：

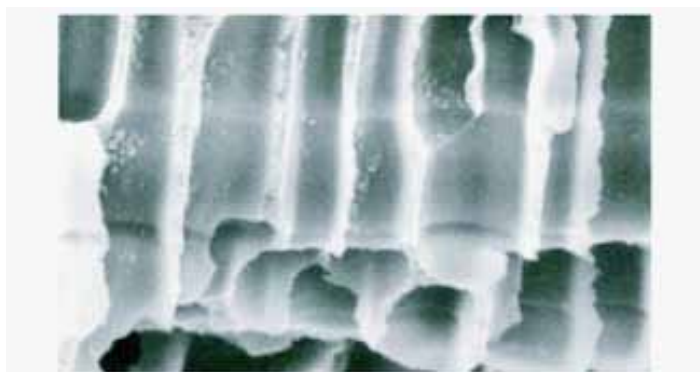


图8-2膜横截面的SEM样品图

HPLC-高效液相色谱

高效液相色谱(HPLC)，通过色谱柱对不同化合物进行分离，进而确定试验样品中的不同化合物种类并进行量化。柱体包括固定相和流动相，根据化合物对两相的亲水性不同而对它们进行分离。

GC-气相色谱

气相色谱法(GC)和液相色谱法用途相同，只是后者涉及样品的气化。该方法同样包括一个带有固定相和流动相的色谱柱。气相色谱法的优点在于测试过程无需消耗大量的样品。

EDS—能量散射式X射线光谱谱法

能量散射式X射线光谱谱法通过电子束照射样品来确定样品的元素组成。不同的元素会发射不同的X光信号，将检测到的信号转换成电压信号，可以检测到元素组成。使用EDS，可以确定膜表面的组成，并确定引起特定膜的污染原因。

以下样品的EDS曲线显示了氧、氯、碳、铁、铝、硅和硫等元素的电压脉冲曲线。

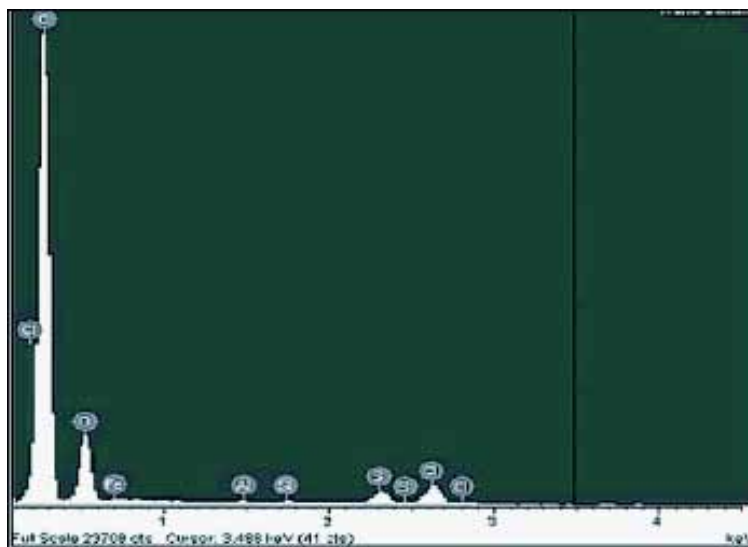


图8-3样品的EDS曲线图

原子力显微镜

原子力显微镜(AFM)通过一个锋利的钻石探头在原子水平上检查固体物体的表面。当探头在表面进行探测时，它在原子水平上探测并测量膜表面和其自身之间的相互作用力。这个过程可以确定膜表面的原子构成。有了这样一个强大的工具，用肉眼就可以观测到附着在膜表面的极小污垢。样品图片如下所示：

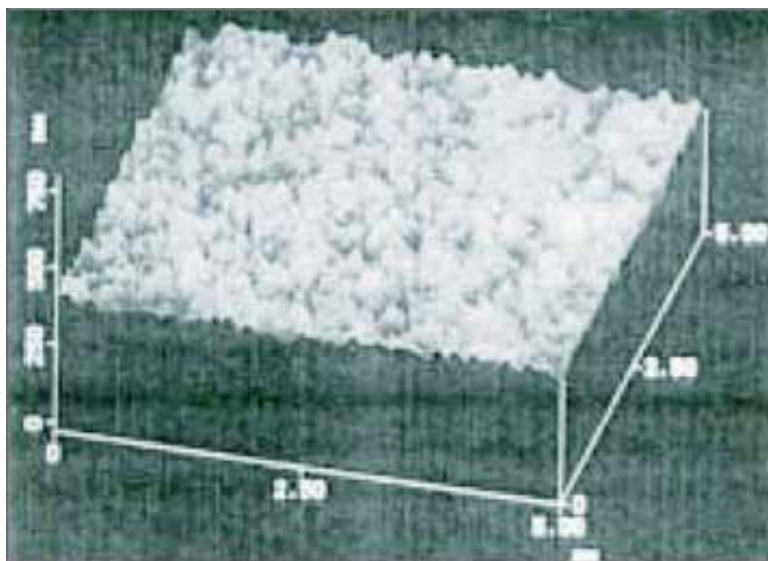


图8-4膜表面的显微镜放大图

基于解决方案的设计

在GE水处理及工艺过程处理，我们针对客户特有的工艺流程和应用，为客户提供符合目标的最佳解决方案。除了以上列出的服务项目之外，GE水处理及工艺过程处理还可以在以下方面提供支持：

- 产品特性描述
- 系统性能评估
- 试验方法开发
- 技术培训门言息资源共享
- 应用开发
- 故障诊断

GE水处理及工艺过程处理拥有超过30年的液体过滤和分离专业技术，并有能力解决任何问题。

9 常见问题

1. 为什么产水流量会下降?

有四个因素影响产水量和产水压力:

进水温度: 进水温度极大地影响产水量。RO膜的额定流量是在理想水源温度为25℃的条件下测得。温度每降低1℃, 产品水流量减少3%。现在比较流行的RO高压泵为离心泵, 选择高压泵时, 要充分考虑温度波动对反渗透系统的影响, 一般来说当水温度波动超过5℃, 则可考虑采用变频泵;

也可以选择一个较大的高压泵, 同时在泵的出水口处安装一个截流阀, 以用来调整不同季节的操作压力。

RO泵压力: RO膜设计在规定的压力下运行, 以得到适宜的产水量和去除率。要得到同样的产水量, 纤维素膜的所需的水泵压力通常应为复合膜泵压力的两倍。在低于推荐泵压力的条件下运行RO, 产水量将低于设想值。

RO膜的洁净度: 泥沙、有机物、和无机结垢沉淀等污染物会沉积在膜表面。这些污染物会堵塞膜, 并阻碍水流过膜, 从而降低RO产水量。

低的城市供水 / 水源压力: 对于市政供水系统来说, 常常会有各种问题。这些问题有时会影响进入RO设备的进水压力。RO高压泵的进水压力降低会导致操作压力低并引起产水量下降。

2. RO膜的使用寿命有多长?

在适当的预处理, 定期清洗和消毒, 并很好的维护的情况下, RO膜的使用寿命一般为3~5年。除了维护之外, 水源水质也决定了膜的使用寿命。和低TDS进水相比, 高TDS进水对膜造成的磨损更严重, 因此高TDS进水的寿命较短。复合膜(TF)比醋酸纤维素(CA)膜更加耐用。相比CA膜, TF膜能适应更宽的进水水质, 具有更宽的pH值的耐受能力, 并具有较长的寿命。

3. 膜元件如何保存?

新的干膜元件, 在原包装中存放, 在凉爽、干燥、不受阳光或者人工照明直接照射的环境中(温度低于38℃)储存; 新的湿膜元件, 在原包装中存放, 在凉爽、干燥、不受阳光或者人工照明直接照射的环境中(温度低于30℃)储存。

如果保存时间较长, 可能会有微生物生长, 因此使用之前需要进行碱性清洗, 一般膜元件的性能能在清洗后得到很好的恢复。如果保存期超过一年, 将有可能对膜造成不可逆转的损坏。

4. 膜元件能否在低温环境下保存?

GE膜元件保存的温度范围为0~45℃。

如果怀疑保护液在低温下结冰了, 那么在使用膜元件时候, 应该让膜元件温度缓慢上升, 将冰逐步融化。搬运过程中应该小心, 以免冰晶划伤膜。

5. RO设备的实际产水量能否高于额定产水量？

如果提高进水压力或温度，使用同样数量的膜元件，RO设备可以生产更多的产水。如果增加产水流量而不增加浓水流量，设备的回收率将会增加。随着设备回收率的增加，进水中的无机盐呈指数级增加，因此可能发生无机盐结垢。如果回收率保持不变，而增加产水量，膜的寿命会因为负荷过大而缩短。

6. 该如何判断是哪类污染物对膜造成了污染？

对膜造成污染的常见污染物有两种：由矿物质形成的无机盐垢和由有机物累积或微生物生长而形成的污染。结垢的典型早期症状是初期产水电导率增加；随着污染物的累积，产水量开始下降，系统的操作压力增加；最后，情况严重时，系统的压降，尤其是在最后段的压降将增大。有机物污染的典型初期症状是产水流量降低；随着污染物的累积，系统的压差将增大，但是产水的电导率通常并不增加。

7. 怎样判断清洗是否成功？

如果污染严重，应当对预处理系统进行重新评估，以防止对膜设备造成损坏。如果污染类型为无机污染，应对酸、阻垢剂、或除铁方法的使用进行评估。使用酸性清洗剂通常可以成功的去除无机盐结垢；清洗后，CIP水箱中水的颜色经常会变成茶色，这是因为沉淀矿物质的溶解，尤其当存在铁污染的时候更为明显。

如果污染类型为有机物或泥沙污染，可能需要使用增强过滤或氧化。使用碱性清洗剂通常可以有效地去除有机物或泥沙污染。高pH值作用可分解有机物污垢层，并从膜的表面去除污染。也可以使用酶清洗剂去除顽固的有机物累积。随着污染物质从膜上面的去除，CIP水箱中水的颜色将变成暗褐色或黑色。有机物污染经常伴随着很重的臭味。

通常，即使怀疑污染类型为有机污染，仍先对系统进行酸洗，然后进行碱洗。完成一次成功的清洗之后，设备应恢复规定的流量、水质。操作压力和压降。

10 附件

10.1 水质转化表

水质换算表

| 电导率 micro-mhos / cm) | 电阻 (ohm-cm) | 溶解固体 (ppm) | 浓度 CaCO_3 (mg/l) | 浓度 CaCO_3 (g/gal) |
|-------------------------|----------------|---------------|------------------------------|-------------------------------|
| 0.1 | 10.0M | 0.05 | 0.082 | 0.005 |
| 0.2 | 5.0M | 0.1 | 0.164 | 0.010 |
| 0.4 | 2.5M | 0.2 | 0.327 | 0.019 |
| 0.7 | 1.4M | 0.55 | 0.547 | 0.034 |
| 1.0 | 1.0M | 0.5 | 0.82 | 0.050 |
| 2.0 | 500k | 1.0 | 1.64 | 0.096 |
| 4.0 | 250k | 2.0 | 3.27 | 0.19 |
| 7.0 | 141k | 3.5 | 5.74 | 0.34 |
| 10.0 | 100k | 5.0 | 8.2 | 0.50 |
| 20.0 | 50k | 10.0 | 16.4 | 0.96 |
| 40.0 | 25k | 20.0 | 32.7 | 1.90 |
| 70.0 | 14k | 35.0 | 57.4 | 3.4 |
| 100 | 10k | 50.0 | 82 | 5.0 |
| 200 | 5k | 100 | 164 | 9.6 |
| 400 | 2,500 | 200 | 327 | 19 |
| 700 | 1,410 | 350 | 574 | 34 |
| 1000 | 1,000 | 500 | 820 | 50 |
| 2000 | 500 | 1,000 | 1,640 | 96 |
| 4000 | 250 | 2,000 | 6,270 | 190 |
| 7000 | 141 | 3,500 | 5,740 | 340 |
| 10,000 | 100 | 5,000 | 8200 | 500 |
| 20,000 | 50 | 10,000 | 16,400 | 960 |

注：ppm 通常被认为等于 mg/L。

10.2 单位转化表

英制—公制单位转换

体积单位

| | |
|---|---|
| 1 ft ³ (美制) =28.317 cm ³ | 1 cm ³ =3.53 × 10 ⁻⁵ ft ³ (美制) |
| 1 ft ³ (美制) =0.0283cm ³ | 1 m ³ =35.31 ft ³ (美制) |
| 1 ft ³ (美制) =28.321 | 1 l=0.035 ft ³ (美制) |
| 1 ft ³ / min=472 cm ³ / s | 1 cm ³ /s=0.0021ft ³ / min |
| 1 ft ³ / min=0.472 l/s | 1 l / s=2.119ft ³ / min |
| 1 ft ³ / s=1699 l / min | 1 l / min=5.886 × 10 ⁻⁴ ft ³ / S |
| 1 in ³ (美制) =1.64 × 10 ⁻⁵ m ³ | 1 m ³ =61.024in ³ (美制) |
| 1 in ³ (美制) =0.0164 l | 1 升 (l) =61.024 in ³ (美制) |
| 1 in ³ (美制) =16.387ml | 1 ml=0.06101 in ³ (美制) |
| 1 ft (美制) =0.3048 m | 1 m=3.281 ft (美制) |
| 1 ft (美制) =304.8 mm | 1 mm=3.28 × 10 ⁻³ ft (美制) |
| 1 ft/min=0.508cm / s | 1 cm / s=1.97ft / min |
| 1 ft / min=1.829 × 10 ⁻² km / hr | 1 km / hr=54.68ft / min |
| 1 ft / min=0.305 m / s | 1 m / s=3.28 ft / min |
| 1 ft / s ² =1.0973 km / hr / s | 1 km / hr / s=0.911 ft / s ² |
| 1 gallons (美制) =3785 cm ³ | 1 cm ³ =2.64×10 ⁻⁴ gallons(美制) |
| 1 gallons (美制) =3.785 l | 1 l=0.264 gallons(美制) |
| 1 gal / min (美制) =0.063 l / s | 1 l / s=0.063 gal / min(美制) |
| 1 gal / min (美制) =0.227 cm ³ / hr | 1 gal / min (美制) =4.4 cm ³ / hr |
| 1 gal / ft ² / min=2.44m ³ /hr / m ² | 1 gal / ft ² / min=2.44m ³ /hr / m ² |
| 1 g (金衡制)=0.0648g | 1 g=15.432g (金衡制) |
| 1 g (金衡制)=64.8 mg | 1 mg (金衡制)=0.01543 g |
| 1g (金衡制) / gal (美制) =0.0171g/l | 1g / l=58.417 g (金衡制)/ gal (美制) |
| 1g (金衡制) / gal (美制) =17.1 ppm | 1 ppm=0.058g (金衡制)/gal (美制) |
| 1 in (美制)=2.54 cm | 1 cm=0.3937 in (美制) |
| 1 in (美制)=25.4 mm | 1 mm=0.0394 in (美制) |
| 1 miles (美制.法定) =1.609 km | 1 km=0.6214 miles (美制.法定) |
| 1 miles (美制.法定) =1609 m | 1 m=6.214 × 10 ⁻⁴ miles (美制.法定) |
| 1 miles/hr=44.7 cm/s | 1 cm / s=0.0224 miles / hr |
| 1 miles / hr=26.82 m / min | 1 m / min=0.0373 miles / hr |
| 1 miles/min=96.6km/hr | 1 km/hr=1.03 × 10 ⁻² miles / min |
| 1 ounces (常衡制) =28.35g | 1 g=0.0353 ounces (常衡制) |
| 1 ounces (美制流体) =29.6 ml | 1 ml=0.0338 ounces (美制流体) |
| 1 ounces (美制流体) = 0.0296 ml | 1 ml=33.81 ounces (美制流体) |
| 1 lb (常衡制)=453.6g | 1 g=0.0022 lb (常衡制) |
| 1 lb (常衡制) / in ² =0.0703 kg/cm ² | 1kg / cm ² =14.223 lb (常衡制) / in ² |
| 1 lb (常衡制) =0.4536kg | 1kg=2.205 lb (常衡制) |

体积单位

| | |
|---|---|
| 1 lb (常衡制)=7000g | 1 g=14.2 × 10 ⁻⁵ lb (常衡制) |
| 1 lb/ft ³ =16.02g/l | 1 g / cm=0.0624 lb / ft |
| 1 lb / ft=14.88 g / cm | 1 g / cm=0.067 lb / ft |
| 1 lb/gal (美制) =0.12 g / ml | 1 g/ml=8.345 lb/gal (美制) |
| 1 lb / gal (美制)=119.8 g / l | 1 g/l=8.34 × 10 ⁻³ , lb / gal (美制) |
| 1 quarts(美制流体) =946.3 ml | 1 ml=0.001057 quarts(美制流体) |
| 1 quarts(美制流体) =0.946 l | 1 l =1.057 quarts(美制流体) |
| 1 ft ² (美制)=929 cm ² | 1 cm ² =1.08 × 10 ⁻³ ft ² (美制) |
| 1 ft ² (美制)=0.0929 cm ² | 1 cm ² =10.76 ft ² (美制) |
| 1 in ² (美制)=6.452 cm ² | 1 cm ² =0.155 in ² (美制) |

10.3 常用公式

有用的公式

1加仑=3.785升

1g / gal=17.1mg / L

1mg / L=1ppm(百万分之一)

1 μΩ / cm =0.4 mg/L, 以NaCl计

=0.65 mg / L, 以离子计

=0.5 mg / L, 以CaCO₃计

TDS(ppm, 以CaCO₃计)=电导率(μΩ)×0.5

电导率(μΩ / cm)=1 / 电阻率(M.Ω-cm)

电阻率(μ.Ω-cm)=1 / 电导率(μΩ / cm)

浓缩系数=1 / (1-回收率(%)) (以十进制数据表示)

回收率(%) =产品水流量×100 / 进水流量

脱盐率(%) =1-产水电导率×100 / (进水电导率+浓水电导率) / 2

硬度计算公式:

CaCO₃(mg / L)=2.497×Ca(Mg / L)+4.118×Mg(Mg / L)=硬度(以CaCO₃计)÷17.1=GPG

活性炭过滤器尺寸计算公式:

空床接触时间: $V=Q(EBCT) \div 7.48$

V-体积(ft³碳)

Q-流量

EBCT-所需空床接触时间

注: 去除游离氯, 推荐使用空床接触时间为6分钟。

去除氯胺, 推荐使用空床接触时间为10分钟。

10.4 常见术语

吸附：吸附是在非特定物理力的作用下，分子和物质表面的结合过程(固体或液体)。例如，活性碳对游离氯和氯胺的就是通过吸附作用去除的。

藻类：一种单细胞植物，可以分为海藻和淡水藻类。

碱度：用以中和水中的酸所需的化学物质的量。包括碳酸氢盐、碳酸盐和氢氧化物。pH低于4.4时，在水中上述三种物质几乎不存在，仅有二氧化碳；pH为4.2~8.2时，水中存在碳酸氢盐和二氧化碳；pH为8.2~9.6时，水中存在碳酸氢盐和碳酸盐；pH大于9.6时，水中存在碳酸盐和氢氧化物。碱度一般可表示为M碱度和P碱度，M碱度以甲基橙作为指示剂，酸滴定终点为 $\text{pH}=4.2$ ；P碱度以酚酞作指示剂，酸滴定终点为 $\text{pH}=8.2$ 。

硫酸铝：铝盐是一种絮凝剂，通常用于市政水处理。

两性物质：一种既具有酸性也有碱性的物质，如铝。

阴离子：一种带负电荷的离子(参见离子)。

细菌：细菌是一种单细胞微生物，能够自我复制。细菌可以分为两大类，好氧菌(需氧)和厌氧菌(不需要氧)。细菌适应环境的能力很强，能在许多不同的环境下生存。一些细菌，如假单胞菌属，可以在营养含量水平极低的恶劣环境下生存。这些细菌通常会分泌粘液，是水处理系统中的主要问题。其它附着在表面的细菌，可以分泌一种凝胶状物质，保护细菌不受化学消毒剂破坏。细菌和他们的保护层一起被称为生物膜。细菌在水中的浓度通常以cfu / ml (菌落数 / 毫升)来表示。

一个菌落形成单位是一个活的细菌在一定环境条件下繁殖形成的一个菌落。

阳离子：一种带正电荷的离子(参见离子)。

醋酸纤维素：一种由天然纤维素发展而来的人工合成的聚合物，醋酸纤维素已经较广的应用于膜的制造。用于水净化的膜材料可以是双醋酸盐、三醋酸酯纤维或这两种材料的混合材料。

氯胺：一种常用于市政水处理消毒的化学药剂。氨和游离氯反应可以生成氯胺，或者当游离氯与植物分解产生的氨气相遇时，可自然产生氯胺。氯胺是一种强氧化剂，在血液透析应用中被认为是有毒的。

氯化烃：一系列石油衍生物与氯反应生成的有机化学药剂。这类化学药剂包括农药(杀虫剂)和除草剂，通常为潜在的致癌物质。

氯：参见氯化烃

氯酚：参见氯化烃。

凝聚剂：一种可以使分散的胶体颗粒脱稳，以在市政给水处理过程中将其去除的化学药剂。铝盐和铁盐通常为这类凝聚剂。

凝聚：一种常用在市政水处理中的处理工艺，通过向水中加入化学凝聚剂如硫酸铝，通过中和胶体的电荷而使胶体微粒脱稳。絮凝通常和混凝一起作用，用于去除胶体颗粒。

胶体：一种由不溶解的、大小不足微米(1nm~1um)、分散于溶液中的悬浮颗粒，静置时不易沉淀。

压实：一种反渗透或超滤膜中不受欢迎的物理压缩，会引起膜通量的下降。这种现象在较高的温度，压力和污染的条件下会加速。

浓水：指错流过滤中没有透过膜而留下来的一部分水，由于膜的截留作用，浓水中的离子、有机物和悬浮颗粒物质含量增加。

电导率：是表示水溶液导电能力的一种定量指标，其大小由溶液中所含的离子决定。无机离子溶液都是较好的导体(具有较高的电导率)，而有机分子溶液为不良导体(具有较低的电导率)。高纯水通常也是不良导体。电导率的单位为西门子/厘米(S/cm)，或mhos/cm。在监测反渗透膜设备的性能时，经常需要测定电导率。电导率和温度相关，在测定电导率时，应该使用温度补偿表。常用参考温度为77°F(25°C)。有时，电导率测定有时可用于估算水中的溶解固体含量。

虽然这是一种简便的方法，但是不能精确反应溶解固体的含量(参见电阻率)。

去离子：通过与树脂上的母体结合的离子进行离子交换，而从水中去除某些离子的过程。

消毒：通过加入一种或多种化学药剂，如甲醛和次氯酸钠，而杀死微生物的过程。消毒可以减少微生物的数量，但是并不一定会杀死所有的微生物。虽然杀死所有的微生物实际上是不可能的，但是消毒可以将有机体的数目减少到一个安全的预定水平。消毒通常可以通过常规加热、γ辐射、环氧乙烷实现，在某些情况下，也可以采用特殊的过滤器进行消毒。以上消毒方法中，只有过滤消毒适用于批量产水的消毒，以上消毒方法均不适用于血液透析水处理设备的消毒。然而，最近开发的一种含有合成过乙酸活性成分的专利化学消毒剂，已经符合消毒剂要求，这种消毒剂可能适用于某些水系统部件的消毒。

空床接触时间：空床接触时间(EBCT)用于度量水流流过颗粒物床层时粒子(如活性炭颗粒和水分子)之间的接触程度。随着空床接触时间的增加，颗粒从水溶液中吸附溶质的时间也增加，因此从水中去除溶质的数量也增加，空床接触时间按下式计算： $EBCT = V_m / Q$ 。

式中， V_m 为床层中颗粒体积， Q 为体积流速。用以上公式计算EBCT时，必须使用统一的单位。例如：如果 V_m 的单位是ft³，则 Q 的单位必须是ft³/min，这样计算出来的EBCT单位为分钟。利用换算系数，可以将 Q 的值转换为其它单位，如将GPM转化为ft³/min。

内毒素：细菌的脂多糖，是一种革兰氏阴性细菌分解时由从其细胞壁释放出来的物质。

进水：进入净化系统或某个净化设备(如超滤器或反渗透系统)的水。

絮凝剂：一种和凝聚剂联合使用的化学药剂，用来将亚微级悬浮物(胶体)结成较大粒絮体。这种大粒絮体可以通过沉淀或过滤而从水中去除。

絮凝：一种市政水处理设施常用的处理工艺，用于使脱稳的胶体微粒形成大粒絮体，通常需要通过搅拌实现。絮状物通过澄清或过滤从水中去除。该过程可能还需要加入一些化合物，如合成聚电解质，以增加絮状物的尺寸，使这些离子更容易从通过沉淀或过滤从水中去除。絮凝通常和凝聚一起作用，用于去除胶体，二者总称为混凝。

流化：流体流过颗粒床层，和床层颗粒发生碰撞，在此过程中传递给离子一定的动量，动量的方向为流体流动的方向。而重力和粘附力的作用使这些粒子保持在容器的底层。如果流体向上流过颗粒床层，并且流体传递给颗粒的动量足以克服重力和粘附力，颗粒物将处于悬浮、或流化状态。

氟化物：氢氟酸中的氟离子，可能存在于天然水体中，某些情况下，为了预防龋齿，也会在市政给水处理设施中加氟化物(高于1.0mg / L可减少龋齿；但是，高于4.0mg / L产生斑牙)。氟化物在血液透析装置中是被当作有毒物质。

通量：单位时间流过单位面积半透膜（如用在超滤或反渗透系统中使用的半透膜）的水量。

污垢：不溶解物，如细菌、胶体、氧化物和水溶体碎屑等在反渗透或超滤膜表面的沉积。污垢常常伴随着通量降低，并可能会引起反渗透膜的去除率下降。

富里酸：在腐殖土壤中发现的酸性物质，这些物质进入水中会形成悬浮溶液。

硬度：硬度最初定义为一种沉淀脂肪羧酸皂的能力。当存在钙或镁离子时，这些皂类就会沉淀。如今，硬度用来描述总钙和镁离子的浓度，以mg / L或碳酸钙表示。硬度通常通过测定钙和镁离子浓度来计算，使用：

$$\text{CaCO}_3(\text{mg} / \text{L}) = 2.497 \times \text{Ca}(\text{mg} / \text{L}) + 4.118 \times \text{Mg}(\text{mg} / \text{L}) = \text{硬度}(\text{以CaCO}_3\text{计}) \div 17.1 = \text{GPG}。$$

水解：一种和水发生反应的化学过程，通常用来衡量高分子的可分解性。

亲水：容易吸附水的物质所具有的(亲水)性质。

憎水：不容易吸水类的物质所具有的憎水)性质。

离子：一种带有正电荷或负电荷的原子或分子。带正电荷的离子被称为阳离子，带负电荷的离子被称为阴离子。

离子交换：离子交换是基于电中和原理进行的，也就是说，仅当系统的正负总电荷数平衡的情况下，带电荷物质才是稳定的。离子交换树脂为一种用来进行离子交换的材料，它是一种由交联结构的高分子骨架(母体)与能离解的交换离子两个基本点基本部分所构成的不溶性高分子电解质。

为了保持电中性，这些母体所带的电荷与交换离子带有的电荷大小相等正负性相反。交换离子是可以移动的，如果有其它交换离子可以置换，交换离子会离开母体。为了保持电中性，置换的离子必须具有初始交换离子相同的电荷总数。离子交换树脂起始的交换离子是通过含所需交换离子的浓溶液冲洗而形成的。例如：软化器树脂表面包含羧酸类的阳离子交换剂。如果使用高浓度NaCl溶液冲洗树脂，溶液中占优势的阳离子Na⁺将会变成交换离子。在使用过程中，注入的水将提供竞争交换离子，如Ca²⁺。因为在稀溶液中，Ca²⁺离子会取代Na⁺与羧酸优先结合，因此进水中的Ca²⁺将得到去除。

Langelier饱和指数 (LSI)：水净化系统中，碳酸盐的结垢是系统故障的一个常见原因。这类化合物的溶解度是pH值、溶解性CO₂含量、碳酸盐含量、其它盐类，以及温度的复合函数。Langelier饱和指数是一种预测给定条件下碳酸盐结垢倾向的指数。利用这个指数，反渗透供应商可以在碳酸盐沉淀严重降低水质和回收率之前，确定反渗透系统可以达到的最大回收率和去除率。该指数用来确定RO预处理的方法以及浓水中碳酸盐沉淀的倾向。对于TDS<10,000的苦咸水，

$$LSI = pH_c - pH_s$$

式中pH_c为浓水pH值，pH_s为饱和碳酸盐溶液的pH值。

一般来说LSI<0，不需要投加阻垢剂，浓水也不会出现结垢；

LSI>0，则需要加酸，阻垢剂或者软化对原水进行预处理。

膜：膜是一定的结构制造，可以选择性地透过溶质的复合薄膜。通常，膜的选择性是指透过或截留某些物质的能力，这种选择性取决于其孔径大小。膜从结构上可以分为对称膜(均质膜)和不对称膜。均质膜至少放大到100倍时仍具有均匀的横截面，其各部分的膜孔径比较接近。均质膜主要应用于微滤和血液透析。

膜不仅可以降低水流中不需要的溶质含量，而且还能减少溶剂的流量。为了尽量不使溶剂流量减少，开发了不对称的膜。这些膜具有不对称的截面，也就是说，他们由两层平行的膜层构成。较薄的表层膜决定膜过滤的选择性，表层膜很薄，最大程度地降低了膜对流体的阻力。较厚的多孔结构支撑层，因为其开孔结构，降低了其对流体的阻力。不同的膜层可以由相同的材质制造，如不对称的醋酸纤维膜，也可以由不同的材质制造，如复合膜。

微孔：在水净化行业，膜的孔径一般在0.1—1.0微米之间。

一价离子：带一个正电的阳离子或带一个负电的阴离子。

硝酸盐：一个由一个氮原子和三个氧原子构成的阴离子。在血液透析水应用中，硝酸盐是有毒的，口服硝酸盐对婴儿有害。

渗透压：当一种溶液（如盐水）和纯水被膜（盐不能透过）隔开，纯水一侧的水会流向盐水一侧。这种驱动力叫做渗透压，其大小取决于溶液中的盐的浓度。注意，渗透压取决于盐的数量，而

不是其总质量。例如，1g / L小分子量溶质(如氯化钠)的渗透压将比1g / L的大分子量溶质(如蛋白质)的渗透压大。如果使盐溶液中的水流向纯水一侧，必须在盐水一侧施加一个大于渗透压的静水压力。这是反渗透的工作原理。

氧化剂：在氧化还原反应中提供氧或接受电子的化学物质。游离氯和氯胺是两种广泛用于消毒过程的氧化剂。

臭氧：一种由三个氧原子构成的极强的氧化剂。臭氧可以在高压电场的作用下，由氧气或含有氧气的空气制备。

并联：在水净化中，以并列方式布置设备。

产水：参见产水。

pH值：水(H₂O)可以离解成两个离子：H⁺和OH⁻。这些离子也可以同其它带相反电荷的离子一同进入水中。比如，如果向水中加入盐酸溶，将会得到H⁺和Cl⁻。水中H⁺的浓度是用于衡量水的酸性的指标，而OH⁻的浓度，是碱性的衡量指标。

H⁺浓度的定量计算中需要碰到一系列的指数问题，为了简化计算，科学家发明了一种对数标度，及pH值。pH值范围为1-14。当pH值等于7时为中性。pH值在低于7时为酸性，pH值高于7时为碱性。因为pH值为一种对数标度，pH值每增加1，对应的酸性增加10倍。

聚酰胺：一种尼龙类的合成聚合物，用于制造反渗透和超滤膜。

聚砜：一种用于制造反渗透和超滤膜的合成聚合物，具有卓越的热稳定性和耐化学性能。

多价离子：带有多个电荷的阴离子或阳离子。

聚氯乙烯(PVC)：一种通过氯乙烯聚合而生产的热塑性材料。在美国，这类材料广泛用于管道、食品包装、和注射模制塑料元件。PVC是美国透析应用中最广泛使用的管道材料。

高锰酸钾：一种常用于绿锰砂铁过滤器再生的氧化剂，偶尔也用作消毒剂。高锰酸钾与膜元件将造成严重损坏。

压降：流体流过任何通道，如管道、颗粒床或膜的时候都需要消耗一定的能量。任何一点的压力可以用来度量液体在该点的能量。因为流体从一点流向下一点时会消耗一定的能量，某一初始点下游的压力值都小于该初始点的压力。所消耗的能量，以及因此引起的压力下降(压降)取决于流率和流体的粘度，以PSI或国际单位制kPa，或Kg / cm²表示。压降有时候也用 Δp 表示。

产品水：指从净化设备流出的净化水，如反渗透装置和超滤装置出水。

热原反应：一种因为血液中存在内毒素而发生的发热反应，典型的特征就是发烧，偶尔伴有寒战。

回收率：一种应用在反渗透，纳滤和超滤设备的参数指标，为产品水流量和进水流量之比。该指标是一个反应反渗透或超滤系统的性能，而不是某个单独的膜元件的性能的指标。回收率以百分比表示，定义为：

$$\text{回收率}(\%) = (\text{产品水流量} / \text{进水流量}) \times 100$$

脱盐率：一种用于衡量反渗透膜或纳滤膜除盐能力的指标。脱盐率以百分比表示，定义为：
$$\text{脱盐率}(\%) = (1 - \text{产品水浓度} / \text{进水浓度}) \times 100$$

电阻率：在比较水的电阻时，规定将断面1cmX1cm、长1cm体积的水所测得的电阻称为电阻率，电阻率的单位为“ Ω -cm”。电阻率和电导率互为倒数，它和电导率测定一样，可以在很多方面改善水净化系统的管理，电阻率通常用来评估去离子装置的产水水质。因为温度会影响水的电阻率，通常需要使用温度补偿装置。温度补偿装置将调整电阻计，以显示其在某一温度，通常为25°C时的水电阻率。

透盐率：一种用来衡量盐透过反渗透膜或者纳滤膜程度的指标。透盐率和脱盐率相关：
$$\text{盐透率}(\%) = 100 - \text{去除率}(\%)$$

结垢：在反渗透或者纳滤设备中，结垢是指微溶的盐类，如碳酸钙等，在膜表面上的沉降。结垢通常都伴随着通量的降低和脱盐率的下降。

沉淀：固体在重力的作用下，沉降到容器或水池底部，从而从水中分离出来的过程。

半渗透：一类物质的统称，如反渗透，纳滤膜或超滤膜，这类物质允许一些分子或离子通过，而不允许其它离子通过。

串联：水净化处理中，以顺序的方式或首尾相连的方式布置设备。

污染密度指数(SDI)：污染密度指数是用来衡量膜元件污染或过滤器堵塞的一个重要指标。SDI可用SDI仪测定，这种仪器由进水压力调节器、压力计以及一个包含0.45微米微孔膜片的过滤器组成。

消毒：一种用于减少微生物数量并将其控制在一个安全预定水平的物理或化学过程。

表观速度：流体流过含有颗粒床的容器的速度称为表观速度。表观速度定义为当同样体流量的液体流过空容器时的流速。表观速度(V_s)由以下数学公式计算：

$$V_s = Q / A$$

式中， Q 为体积流量， A 为空容器的截面面积。举例说明，如果离子交换容器的横截面积为640cm²，水以64cm³ / s的流速流过，则表观速度为64 / 640或0.1 cm / s。颗粒表面的实际流速可能会大于或者小于表观速度，因为水流不会均匀流过整个床层，而且颗粒也会占用一定的横截面积。尽管如此，工程师发现如此计算表观速度还是非常有用的，因为它可以帮助估计流体和颗粒物表面之间的传质(参见空床接触时间)。

缓冲罐：一种加压水储存容器，也称为储水箱。这种设备几乎专用于住宅用水系统，他们可以为下游阀门或设备提供少量的加压水，而无需泵。当安装在活塞泵上时，他们可以减少强烈的压力波动。调节水箱通常都有大面积的死角，为微生物的繁殖提供了良好的环境。

可滴定碱度：当某些阴离子，如碳酸盐(CO₃²⁻)溶解于水时，他们会和氢离子(H⁺)结合并改变水的化学平衡(参见pH值定义)，并产生自由氢氧根(OH⁻)。这些过剩的OH⁻浓度以碱度表示。通过测定用于将水中的pH恢复到7.0时加入水中的H⁺的数量(mEq或mmol)，可以测定可滴定碱度。溶液酸碱平衡的条件是[H⁺]=[OH⁻]。

总溶解固体(总溶解固体)：除全部溶解气体之外，溶液中所有有机物，无机物和离子含量之和。因为TDS表不能测定非离子的含量，大部分TDS读数只是近似值。TDS指标被广泛用于水和废水工业处理，用于监测最终水质。TDS表根据产品水的电阻率和电导率测定值推算出TDS值。

总有机碳(TOC)：溶解于水中的有机化合物的量可用其碳含量来表示(地表水中有机物的重量约为该值的3倍)。TOC表示的是有机物的含碳量，该含碳量不包括CO₂、碳酸氢盐及碳酸盐形式存在的碳，TOC的单位一般为ppm。

浊度：浊度为水中悬浮状态的胶体物质含量的度量指标。水样中的悬浮物质如粘土、泥沙、细分散的有机物和 / 或无机物质在入射光束下会发生散射。用浊度仪测量浊度是测量溶液的相对透光度，以NTU为单位。

超滤：孔径在0.001-0.1微米之间的膜过滤系统。

病毒：最小的一种可传染的致病菌，仅由一个蛋白质外壳和包在其中的RNA或DNA组成，它们需要寄生在其它活细胞中。

抗污染膜...

GE水处理及工艺过程处理的解决方案

膜污堵是纯水应用中的常见现象，污堵会导致反渗透系统产水能力下降。通常，有机物、胶体在膜表面的附着，颗粒物的沉积和微生物的滋生是膜污堵的常见因素。这些因素会导致产水流量减少，脱盐率下降和操作压力上升等后果。

GE Infra Duraslick™膜元件采用独有的专利设计，使膜具有十分光滑的表面，极大地提高了膜的抗污染能力，并具有十分稳定的性能。Duraslick™膜元件的优势包括：

- 减少了清洗频率
- 降低了能耗
- 减少了化学品的消耗
- 延长了膜的使用寿命



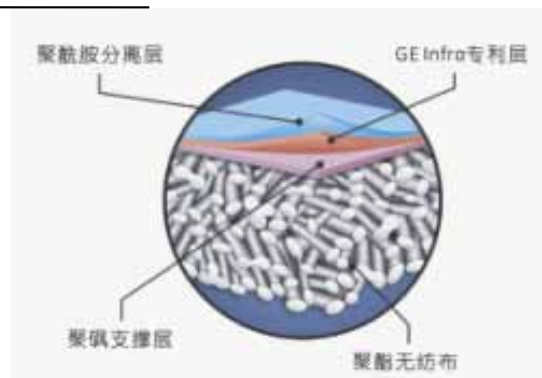
膜选择的困境

膜表面的光滑度是膜抗污染性最重要的指标。当有机物与膜表面接触时，它将附着在膜表面，从而导致膜的污堵。如果污染物中含有微生物；那么，不管孢子附着在膜表面的哪个位置，这都将是一个潜在的菌落生长点。

传统的处理工艺中，由于醋酸纤维(CA)膜具有相对光滑的膜表面，因此常被用来处理地表水。尽管CA膜对有机物污堵具有较强的抗污染性；但是，CA膜的使用寿命较短，并且为了达到与聚酰胺(PA)相等的脱盐率，CA膜需要的操作压力几乎是PA膜的2倍。上述缺点促使了GE水处理及工艺过程处理开发具备更光滑膜表面的Duraslick™膜。

标准聚酰胺反渗透(RO)和纳滤(NF)膜组成如下：聚酯增强无纺布，聚砜多孔超滤支撑层和聚酰胺超薄分离层。这种结构的膜具有较高的粗糙度，并可以通过显微镜观察。膜表面的突起和凹陷能从进水中捕获胶体和其他导致污堵的物质。

GE水处理及工艺过程处理采用创新的技术，在聚砜支撑层和聚酰胺分离层之间加入了专利层，同时也改善了膜表面的化学特性；该专利技术极大地提高了膜表面的光滑度和抗污染能力。Duraslick™膜便是采用这种3层膜专利技术的成功典范，这种复合膜元件很好地降低了有机物、胶体和颗粒物的附着速度，具有极高的稳定性和化学兼容性，减少了通量衰减，并延长了清洗周期。



欲了解详情请访问 gewater.com.cn,
ge-china.com 或者发邮件至
contactgewaterasia@ge.com

美国

Wotertown, MA
+1-617-926-2500

欧洲 / 中东 / 非洲

Heverlee, Belgium
+32-16-40-20-00

亚太区

中国上海
咨询热线:
+86(0)411-8366-6489
contactgewaterasia@ge.com

© 2005 General Electric Company

All rights reserved.

* GE公司的商标可能在一个或多个国家已经注册。



GE 梦想启动未来