

## 1 反渗透膜污染的成因

### 1.1 反渗透膜性能的损坏，而造成膜污染

- 1、聚酯材料增强无纺布，约 120  $\mu\text{m}$  厚；
- 2、聚砜材料多孔中间支撑层，约 40  $\mu\text{m}$  厚；
- 3、聚酰胺材料超薄分离层，约 0.2  $\mu\text{m}$  厚。

根据其性能结构，如渗透膜性能损坏有可能有以下几点原因：

- 1、新反渗透膜的保养不规范；
- 2、保养符合要求下，贮存时间超出 1 年；
- 3、停运状态下，反渗透膜保养不规范；
- 4、环境温度在 5℃ 以下；
- 5、系统在高压状态下运行；
- 6、关机时的操作不当。

### 1.2 水质变化频繁而造成膜污染

原水水质同设计时的水质有变化，使预处理负荷加大，由于进水中含无机物、有机物、微生物、粒状物和胶体等杂质增多，因此膜污染机率增大。

### 1.3 清洗不及时与清洗方法不正确而造成膜污染

在使用过程中，膜除了性能的正常衰减外，清洗不及时与清洗方法不正确也是导致膜污染严重的一个重要因素。

### 1.4 没有正确投加药剂

复合聚酰胺膜在使用中，因为聚酰胺膜耐余氯性差，在使用中没有正确投加氯等消毒剂，加上用户对微生物的预防重视不够，容易导致微生物的污染。

### 1.5 膜表面磨损

膜元件被异物堵塞或膜表面受到磨损(如沙粒等)，此种情况要用探测法探测系统内元件,找到已经损坏元件,改造预处理,更换膜元件

## 2.反渗透膜污染的现象

在反渗透操作过程中，由于膜的选择透过性，使得某些溶质在膜面附近发生积聚，从而发生膜污堵现象。

常见的污堵征兆有以下几种：一种是生物污堵(症状逐渐出现)有机沉积物主要是活的或死的微生物、碳氢化合物衍生物、天然有机聚合体以及所有含碳物质。最初表现为脱盐率上升、压降升高和产水降低。再有就是胶体污堵(症状逐渐出现)膜分离过程中，金属离子的浓缩及溶液 PH 值的变化，都有可能是金属氢氧化物(主要以  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  为代表)沉积，造成污堵。最初表现为脱盐率的轻微降低，并逐步增大，最后压降升高和产水降低。还有是颗粒物污堵反渗透系统在运行过程中，如果保安过滤器出现问题，会导致颗粒物进入系统，造成膜的颗粒物污堵。

最初表现为浓水流速增加，脱盐率在初期变化不大，产水量逐渐降低，系统压降升高很快。最后常见的还有化学结垢(症状很快出现)当给水含有较高的  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  等离子时，会产生  $\text{CaCO}_3$ 、 $\text{CaSO}_4$ 、 $\text{MgCO}_3$  等垢沉积在膜表面上。其表现为脱盐率下降，特别在最后一段十分明显，以及产水量下降。

膜污染是导致膜渗透流量下降的主要原因。

包括膜的孔道和大分子溶质堵塞引起膜过滤阻力增加；溶质在孔内壁吸附；膜面形成凝胶层增加传质阻力。组分在膜孔中沉积，将造成膜孔减小甚至堵塞，实际上减小了膜的有效面积。组分在膜表面沉积形成的污染层所产生的额外阻力可能远大于膜本身的阻力，而使渗透流量与膜本身的渗透性无关[25]。这种影响是不可逆的，污染程度同膜材料、保留液中溶剂以及大分子溶质的浓度、性质、溶液的 pH 值、离子强度、电荷组成、温度和操作压力等有关，污染严重时能使膜通量下降 80%以上。

在系统运行中，膜的污染是一个十分棘手的问题，它的出现造成了反渗透装置去除率和透水量、膜通量的大幅度下降，同时增加了各段的操作压力，促使运行和操作成本升高，严重影响着膜的使用寿命及反渗透技术的开发与利用。

## 3.解决办法

### 3.1 完善预处理

对于每一套膜装置，人们都希望它最大限度的发挥作用，希望有最高的脱盐率，最大的透水量和尽可能长的寿命，要达到上述三点，供水水质是至关重要的，因此进入膜装置的原水必须有良好的预处理。合理的预处理对反渗透装置长期安全运行是十分重要的。有了满足反渗透进水水质要求的预处理，就可以确保产水流量维持稳定；脱盐率维持在某一值上的时间长；产品水回收率可以不变；运行费用达到最低；膜使用寿命较长等。具体来说，反渗透预处理是为了做到：(1)防止膜表面上污染，即防止悬浮杂质、微生物、胶体物质等附着在膜表面上或污堵膜元件水流通道。(2)防止膜表面上结垢。反渗透装置运行中，由于水的浓缩，有一些难溶盐沉积在膜表面上，因此要防止这些难溶盐的生成。(3)确保膜免受机械和化学损

伤，以使膜有良好的性能和足够长的使用时间。

### 3.2 对膜进行清洗

尽管料液经过各种预处理措施，长期使用后膜表面还可能产生沉积和结垢，使膜孔堵塞，产水量下降，因此对污染膜进行定期的清洗是必要的。但反渗透膜系统不能等到污染很严重后才来清洗，这样将会增加清洗难度，也使清洗步骤增多和清洗时间延长。要正确地把握清洗时机，及时清除污垢。

清洗原则：了解当地水质特征，对污染物进行化学分析，通过结果分析，来选择最佳的清洗剂 and 清洗方法，为特定的给水条件下找出最佳方法提供依据；

清洗条件：

- a. 产品水量比正常时下降 5%-10%。
- b. 为保正产品水量，修正温度后的供水压力增加 10%-15%。
- c. 透过水质电导率(含盐量增加)增加 5%-10%。
- d. 多段 RO 系统，通过不同段的压降明显增加。

清洗方法：先进行系统反冲；再进行负压清洗；有必要的情况下进行机械清洗；再进行化学清洗；有条件的可以超声清洗；在线电场清洗是一种很好的方法，便价格昂贵；由于化学清洗效果比较好，其余方法有些不容易实现，而各供应商提供的药剂虽名称及使用方法不尽相同，但其原理大致相同。如我公司现使用膜清洗剂 MC2、MA10。

清洗步骤如下：

清洗单段系统：(1)配置清洗液；(2)低流量输入清洗液；(3)循环；(4)浸泡；(5)高流量水泵循环；(6)冲洗；(7)重启系统。

针对特殊污染物清洗有：清洗硫酸盐垢、清洗碳酸盐垢、清洗铁锰污染、清洗有机物污染等。

### 3.3 对膜进行适宜保养

新反渗透膜的保养新的反渗透膜元件通常浸润 1%NaHSO<sub>3</sub> 和 18%的甘油水溶液后贮存在密封的塑料袋中。在塑料袋不破的情况下，贮存 1 年左右，也不会影响其寿命和性能。当塑料袋开口后，应尽快使用，以免因 NaHSO<sub>3</sub> 在空气中氧化，对元件产生不良影响。因此膜应尽量在使用前开封。在非生产期内，反渗透系统的保养就是一个比较重要的问题。可按以下方法进行。

1、系统短期内停运(1-3 天)：停运前，先对系统进行低压(0.2-0.4MPa)，大流量(约等于系统的产水量)冲洗，时间为 14~16 分钟；保持平常的自然水流，让水

流入浓水道。

2、系统停运一周以上(环境温度在 5℃以上): 停运前, 先对系统进行低压(0.2-0.4MPa), 大流量(约等于系统的产水量)冲洗, 时间为 14~16 分钟; 按照反渗透系统操作说明书中有关系统化学清洗的方法进行化学清洗; 化学清洗完毕后, 冲洗干净反渗透膜; 配制 0.5%的福尔马林溶液, 低压输入系统内, 循环 10 分钟; 关闭所有系统的阀门, 进行封存;

如系统停运 10 天以上, 则每 10 天须更换一次福尔马林溶液。

3、环境温度在 5℃以下: 停运前, 先对系统进行低压(0.2-0.4MPa), 大流量(约等于系统的产水量)冲洗, 时间为 14~16 分钟; 在有条件的地方, 可将环境温度升高到 5℃以上, 然后按照 1 的方法, 进行系统保养; 若无条件对环境温度进行升高, 则: 低压(0.1MPa), 流量为系统产水量的 1/3 的水进行长流, 以防止反渗透膜被冻坏, 并且保证每天使系统运行 2 小时; 按照 1 中 2)、3)的方法, 对反渗透膜进行清洗后, 将反渗透膜取出, 移至环境温度大于 5℃的地方, 浸泡在配制好的 0.5%的福尔马林溶液中, 每两天翻转一次, 系统管道中的水应排放干净, 以防止因结冰而造成系统的损坏。

### 3.4 避免膜在高压下运行

系统在启停时有残余气体存留, 使系统在高压状态下运行。系统中过滤器前后的压力表用于监视滤芯的压降, 初级及终级压力表则用于监视 RO 膜组件压降。调节进水阀及浓水阀以保证运行压力及回收率。若运行中产水流量或总流量下降, 或初级与中级有压差比运行初期的压差增加较大时(以初始运行新反渗透膜组件数据为标准), 则需对系统进行冲洗或清洗, 以保证膜组件的性能安全