

## 反渗透膜清洗说明

### 1.1 清洗条件

在正常操作过程中，反渗透元件内的膜片会受到无机盐垢、微生物、胶体颗粒和不溶性的有机物质的污染。操作过程中这些污染物沉积在膜表面，导致标准化的产水流量和系统脱盐率分别下降或同时恶化。当下列情况出现时，需要清洗膜元件：

- 标准化产水量降低 10% 以上
- 进水和浓水之间的标准化压差上升了 15%
- 标准化透盐率增加 5% 以上（一般用电导率来衡量，原水电导率 < 200us/cm, 经过前置过滤器的处理后进入一级 RO，产水电导率 < 10us/cm。）

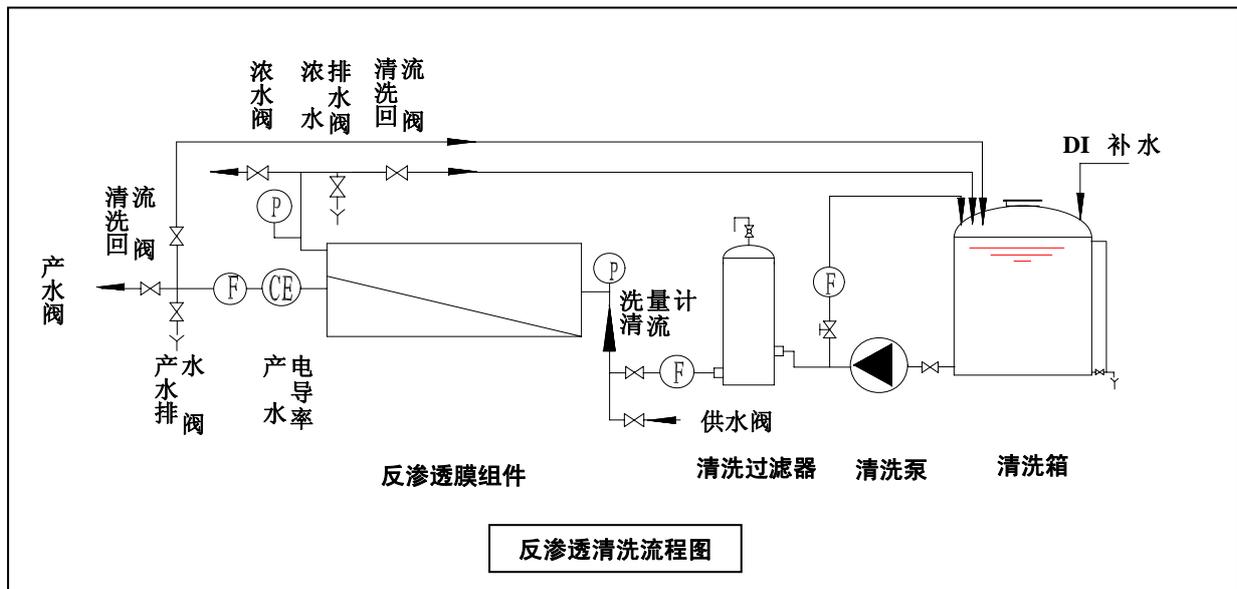
以上的标准（基准）比较条件取自系统经过最初 48 小时运行时的操作性能。

日常操作时必须测量和记录每一段压力容器间的压差 ( $\Delta P$ )，随着元件内进水通道被堵塞， $\Delta P$  将增加。需要注意的是，如果进水温度降低，元件产水量也会下降，这是正常现象并非膜的污染所致。预处理、压力控制失常或回收率的增加将会导致产水量的下降或透盐量的增加。当观察到系统出现问题时，此时元件可能并不需要清洗，但应该首先考虑这类原因。

### 1.2 清洗安全注意事项

1. 在下列各章节中，当使用任何清洗化学品时，必须遵循获得认可的安全操作规程。关于化学品安全性、使用方法和排放处置方面的细节请咨询该化学品制造商。
2. 当准备清洗液时，应确保在进入元件循环之前，所有的清洗化学品得到很好的**溶解和混合**。
3. 在清洗化学药品与膜元件循环之后，应采用高品质的**不含余氯等氧化剂的水**对膜元件进行冲洗（最低温度 > 20℃），**推荐用膜系统的产水**，如果对管道没有腐蚀问题时，可用经脱氯的饮用水和经预处理的给水。在恢复到正常操作压力和流量前，必须注意开始要在低流量和压力下冲洗大量的清洗液。此外，在清洗过程中清洗液也会进入产水侧，因此，产水必须排放 10 分钟以上或直至系统正常启动运行后产水清撤为止。
4. 清洗液循环期间，pH2~10 时温度不应超过 50℃，pH1~11 时温度不应超过 35℃。
5. 对于直径大于 6 英寸的元件，清洗液流动方向与正常运行方向必须相同，4 寸膜也建议注意这一点。

清洗流程示意如下：



### 1.3 清洗液添加量

对于一般污染情况：每支 4040 型膜元件需配制 8.5 升清洗液；

每支 8 英寸膜元件需配制 34 升清洗液。

对于严重污染情况：每支 4040 型膜元件需配制 16 升清洗液；

每支 8 英寸膜元件需配制 55 升清洗液。

### 1.4 清洗药剂

表 1 列举了适宜的清洗药品，这些酸性和碱性清洗剂是标准的清洗药品，**酸性清洗剂用于清除包括铁污染在内的无机污染物，而碱性清洗剂用于清洗包括微生物在内的有机污染物。最好采用膜系统的产水配制清洗液**，当然在很多情况下也可以使用经过预处理的合格预处理出水来配制清洗液。原水可能缓冲容量很大，需要消耗更多的酸或碱才能达到规定的 PH 值，**酸性清洗的 PH 约为 2 左右，碱性清洗的 PH 约为 12 左右 (PH 值允许变化 0.5~1.0)**。由于所采用的膜为复合膜，具有高化学稳定性，可使用相当广泛的化学药品，然而在会与不会影响膜性能之化学药品间，并无明显的界限。剧烈频繁的清洗会减少膜的使用寿命，（特别是膜透盐率增加）然而温和与较少的清洗，可延长膜的使用寿命，（因无污垢产生）。

当使用单一的清洗剂效果不够理想时，可将几种清洗剂进行复配，已达到清洗效果。常见的配方为：

1. 2.0%柠檬酸 (加氨水将 PH 调到 4.0) (即 100L 水+2kg 柠檬酸)

去除无机盐垢、金属氧化物、氢氧化物（铁、锰、铜、镍、铝等的氢氧化物）及无机胶体效果明显。

2. 2.0%三聚磷酸钠+0.8%Na<sub>2</sub>EDTA (PH 值为 10.0) (即 100L 水+2kg 三聚磷酸钠+0.8kg

Na<sub>2</sub>EDTA)

去除硫酸盐垢和轻微至中度的天然有机污染物。

3. 1.0%亚硫酸氢钠 (PH 值为 11.5) (即 100L 水+1kg 亚硫酸氢钠)

去除金属氧化物和氢氧化物。

4. 0.1%NaOH+0.03%SDS (十二烷基磺酸钠) (PH 值为 11.5) (即 100L 水+0.1kg NaOH+0.03kgSDS)

去除天然有机污染物、无机/有机胶体混合物和微生物污染。

5. 0.1% NaOH (PH 值为 11.5) (即 100L 水+0.1kg NaOH)

去除聚合硅垢。

清洗需对症下药：

6. 0.2% HCl (PH 值为 2) (即 100L 水+1.25L HCl)

去除无机盐垢、金属氧化物、氢氧化物（铁、锰、铜、镍、铝等的氢氧化物）及无机胶体效果很明显。

在化学清洗过程中，清洗剂最高温度 40℃,时间 60-90 分钟,根据不同的污染状况,采用适宜清洗方法。

清洗需对症下药：

**表 1：不同膜污染情况及处理方法**

清洗液 \ 污染物	有机物	无机盐 (如 CaCO <sub>3</sub> )	CaSO <sub>4</sub> 硫酸盐	金属氧 化物	无机胶体 (淤泥)	硅	微生物膜
0.1%(W)NaOH 或 1.0%(W)Na <sub>4</sub> EDTA (乙二胺四乙酸四钠) [PH12/30℃(最大值)]	作第一步 清洗可以					可以	可以
0.1%(W)NaOH 或 0.025%(W)Na-SDS (十二烷基苯磺酸钠盐) [PH12/30℃(最大值)]	作第一步 清洗最好		最好		最好	最好	最好
0.2%(W)HCl 盐酸	作第二步 清洗最好	最好	可以				
1.0%(W)Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>4</sub> 亚硫酸氢钠		可以		最好			
0.5%(W)H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> 磷酸		可以		可以			
1.0%(W)NH <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> H 亚硫酸氢胺				可以			
2.0%(W)柠檬酸		可以		可以			

※ (W) 表示有效成份的重量百分含量。

※一般情况下，碱洗时间为 1h，酸洗时间不超过 25min。

### 1.5 清洗步骤

采取如下六个步骤清洗膜元件：

1) 配制清洗液。

2) 低流量输入清洗液。

首先用清洗水泵混合一遍清洗液，预热清洗液时应以低流量（表 2 所列值的一半）。然后以尽可能低的清洗液压力置换元件内的原水，其压力仅需达到足以补充进水至浓水的压力损失即可，即**压力必须低到不会产生明显的渗透产水**。低压置换操作能够最大限度的减低污垢再次沉淀到膜表面，视情况而定，排放部分浓水以防止清洗液的稀释。

**表 2. 高流量循环期间每支压力容器建议流量和压力**

清洗压力 (MPa)	元件直径(IN)	每支压力容器的流量值		PH 值
		gpm	m <sup>3</sup> /h	
0.15-0.35	2.5	3-5	0.7-1.2	2-10
	4	8-10	1.8-2.3	2-10
	8	30-40	6.0-9.1	2-10

3) 循环。

当原水被置换掉后，浓水管路中就应该出现清洗液，让清洗液循环回清洗水箱并保证清洗液温度恒定。

4) 浸泡。

停止清洗泵的运行，让膜元件完全浸泡在清洗液中。有时元件浸泡大约 1 小时就足够了，但对于顽固的污染物，需要延长浸泡时间，如浸泡 10~15 小时或浸泡过夜。为了维持浸泡过程的温度，可采用很低的循环流量（约为表 2 所示流量的 10%）。

5) 高流量水泵循环。

按表 2 所列的流量循环 30~60 分钟。高流量能冲洗掉被清洗液清洗下来的污染物。如果污染严重，请采用高于表 2 所规定的 50% 的流量将有助于清洗，在高流量条件下，将会出现高压降的问题。

6) 冲洗

预处理的合格产水可以用于冲洗系统内的清洗液。为了防止沉淀，最低冲洗温度为 20℃。

※在酸洗过程中，应随时检查清洗液 PH 值变化，如果 pH 的增加超过 0.5 个 PH 值单位，就应该向清洗箱内补充酸，酸性清洗液的总循环时间**不应超过 25min**，此时应用合格预处理产水将膜系统及清洗系统内的第一遍清洗液排放掉，重新配置清洗液进行第二遍酸性清洗操作。如果系统必须停机 24 小时以上，则应将元件保存在 1%（重量比）的亚硫酸氢钠水溶液中。在对大

型系统清洗之前，建议从待清洗的系统内取出一支膜元件，进行单元件清洗效果试验评估。

## 1.6 膜系统消毒

以下提供有关杀菌剂的一般信息，文中所说明杀菌剂可用于芳香聚酰胺复合膜元件的杀菌或储存保护。如果给水中含有任何硫化氢或溶解性铁离子或锰离子，则不应使用氧化性杀菌剂（氯气及过氧化氢）。

聚酰胺复合膜及聚烯烃用杀菌剂

### 1. 甲醛

浓度为 0.1-1.0% 的甲醛溶液可用于系统杀菌及长期停用保护，至少应在膜元件使用 24 小时后才可与甲醛接触。在新膜元件中加入甲醛溶液可能导致通量下降 10%-20%。

### 2. 异噻唑啉

异噻唑啉由水处理药品制造商来供应，市售溶含 1.5% 的活性成份，用于杀菌和存贮时的建议浓度为 15-25ppm。

### 3. 亚硫酸氢钠

亚硫酸氢钠可用作微生物生长的抑制剂，在使用亚硫酸氢钠控制生物生长时，可以 500PP 的剂量每天加紧入 30-60 分钟，在用元件长期停用保护时，可用 10% 的亚硫酸氢钠作为其保护液。

### 4. 过氧化氢

可使用过氧化氢或过氧化氢与乙酸的混合液作为杀菌剂，必须特别注意的是在给水中不应含过渡金（Fe Mn），因为如果含有过渡金属时会使膜表面氧化而造成膜元件的降解，在杀菌液中的过氧化氢浓度不应超过 0.2%，不应将过氧化氢用作膜的长期停运时的保护液。在使用过氧化氢的场合其水温度不超过 25℃。

## 1.7 紧急清洗

如果没有及时进行清洗操作，使得系统压差 $\Delta P$ 增加了两倍，标准化产水量下降了 50%，采用前面所介绍的清洗方法恢复系统性能可能会很有限，如果上述标准清洗技术难以除去污染物，就必须尝试更恶劣的清洗。在这种情况下，请与您与我公司联络，但是必须强调地是，经这类非常规清洗之后，无法保证应有的清洗效率或膜元件的性能。