

- 需避免较长的盲管，当无法避免时，需定期消毒杀菌。
- 避免设置像砂滤或保安过滤器这样具有大面积的备用设备，若无法避免，需安装排放系统，用于排放系统经杀菌之后所残留的杀菌剂和该备用设备投运前的冲洗排放。
- 根据原水微生物负荷和系统特点，进行预处理的定期杀菌。
- 建议用含足够量氯的水反冲洗介质过滤器。一般而言，用于杀菌、冲洗和配置清洗溶液的水应不含微生物。
- 组成前处理系统的管线、接头、过滤器和贮罐应不透光，以免促进生物的生长。
- 所有管线、水箱、接头、贮罐、过滤设备及整个前处理系统在每次开机前、开机后以及 RO/NF 系统连续操作期间皆需定期杀菌。除 RO/NF 部位外，可采取重点加氯法，此时，需保护 RO/NF 系统免遭氯的接触，如使用盲板法兰将 RO/NF 部分与其他系统隔离，为此还应在靠近法兰下方安装排放装置。
- 在 RO/NF 系统现场需有足够用于保存、清洗及杀菌的化学药品。

6-2.9 系统性能标准化

膜系统的表观性能受进水组成、进水压力、温度和回收率的影响，例如：温度每下降 4°C，产水量就会降低约 10%，这属于正常现象。

为了区分这类正常现象与系统性能真正的变化，应对所实测的产水流量和脱盐率参数进行标准化，就是指在考虑了操作参数的影响后，系统的真实性能与系统基准性能的比较，基准性能可能为该系统的设计性能或最初测量性能。

当以设计（或保证）的系统性能作为基准进行标准化时，对于验证该水处理系统是否已经达到预期（或保证）的性能很有帮助。

当以系统最初测量性能作为基准进行标准化时，对于显示任何性能随时间的变化很有帮助。我们极力推荐这一做法，因为每日记录系统标准化后的数据，就可早期发现潜在的问题（如结垢或污堵），还可提供更早更有效的纠正措施。

FTNORM 为杜邦水处理解决方案膜系统运行参数的标准化和直观图示的计算机标准化软件，可进行标准化的参数包括标准化产水流量、透盐量及压降，该软件程序可以从杜邦网站上下载，也可以与杜邦当地代表处联络。

该标准化计算软件需使用微软公司的 EXCEL 软件。另一方法是将测得的系统性能按下列步骤计算将其换算成标准（或基准）状况下的系统性能：

【标准化产水量】

$$Q_s = \frac{P_{f_s} - \frac{\Delta P_s}{2} - P_{p_s} - \pi_{fcs}}{P_{f_o} - \frac{\Delta P_o}{2} - P_{p_o} - \pi_{fco}} \times \frac{TCF_s}{TCF_o} \times Q_o \quad (1)$$

| | | | |
|----|------------|---|-------------|
| 其中 | P_f | = | 进水压力 |
| | ΔP | = | 系统压降 |
| | P_p | = | 产水压力 |
| | π_{fc} | = | 进水与浓水间平均渗透压 |
| | TCF | = | 温度校正系数 |
| | Q | = | 产水流量 |
| | 下标 s | = | 标准状况下 |
| | 下标 o | = | 运行状况下 |

温度校正系数由下列公式算出：

$$\begin{aligned} \text{TCF} &= \text{EXP}[2640 \times \{1/298-1/(273+T)\}]; & T \geq 25^\circ\text{C} \\ &= \text{EXP}[3020 \times \{1/298-1/(273+T)\}]; & T \leq 25^\circ\text{C} \end{aligned}$$

其中 T = 温度，以 °C 表示

我们以设计值或首次投运报告中的最初性能作为标准状况，以获得一个固定的比较基准点。查阅文献发现可以有不同的公式计算渗透压，以下的估算法简易可靠：

$$\begin{aligned} \pi_{fc} &= \frac{C_{fc} \times (T + 320)}{491000} \quad \text{bar} & \text{当 } C_{fc} < 20,000\text{mg/L} \\ \pi_{fc} &= \frac{(0.0117 \times C_{fc}) - 34}{14.23} \times \frac{T + 320}{345} \quad \text{bar} & \text{当 } C_{fc} > 20,000\text{mg/L} \end{aligned}$$

其中 C_{fc} = 进水与浓水间平均浓度。

C_{fc} 可由下列公式计算：

$$C_{fc} = C_f \times \frac{\ln \frac{1}{(1-Y)}}{Y}$$

其中 Y = 回收率 = $\frac{\text{产水流量}}{\text{进水流量}}$
 C_f = 进水 TDS mg/L

【标准化产水浓度 TDS】

$$C_{Ps} = C_{Po} \times \frac{P_{fo} - \frac{\Delta P_o}{2} - P_{Po} - \pi_{fco} + \pi_{Po}}{P_{fs} - \frac{\Delta P_s}{2} - P_{Ps} - \pi_{fcs} + \pi_{Ps}} \times \frac{C_{fcs}}{C_{fco}} \quad (2)$$

其中 C_P = 产水离子浓度，mg/L
 π_P = 产水渗透压，bar

【举例如下】

系统初始性能数据

进水水质分析，mg/L

| | | | | | |
|--------------------|-----|-----|-------------------------------|---------|----------------|
| Ca: | 200 | Cl: | 633 | 产水压力: | 1bar (14.5psi) |
| HCO ₃ : | 152 | 温度: | 15 °C (59 °F) | 回收率: | 75% |
| Mg: | 61 | 压力: | 25bar (363psi) | 产水 TDS: | 83mg/L |
| SO ₄ : | 552 | 压降: | 3bar (43.5psi) | | |
| Na: | 388 | 流量: | 150m ³ /h (660gpm) | | |

运行三个月后系统性能数据:

进水水质分析, mg/L

| | | | | | |
|--------------------|-----|-----|------------------------------|---------|-------------|
| Ca: | 200 | Cl: | 850 | 产水压力: | 2bar(29psi) |
| HCO ₃ : | 152 | 温度: | 10°C(50°F) | 回收率: | 72% |
| Mg: | 80 | 压力: | 28bar(406psi) | 产水 TDS: | 80mg/L |
| SO ₄ : | 530 | 压降: | 4bar(58psi) | | |
| Na: | 480 | 流量: | 130m ³ /h(573gpm) | | |

初始状况:

$$P_{fs} = 25\text{bar (363psi)}$$

$$\frac{\Delta P_o}{2} = 1.5\text{bar (21.74psi)}$$

$$C_{fs} = 1986\text{mg/L}$$

$$C_{fcs} = 1986 \times \frac{\ln \frac{1}{(1-0.75)}}{0.75} = 3671 \text{ mg/L}$$

$$\pi_{fcs} = \frac{3671 \times (15 + 320)}{491000} = 2.5\text{bar (36.3psi)}$$

$$TCF_s = \text{EXP}[3020 \times \{1/298 - 1/(273 + 15)\}] = 0.70$$

运行三个月后状况:

$$P_{fo} = 28\text{bar (406psi)}$$

$$\frac{\Delta P_o}{2} = 2.0\text{bar (29psi)}$$

$$C_{fo} = 2292\text{mg/L}$$

$$C_{fco} = 2292 \times \frac{\ln \frac{1}{(1-0.72)}}{0.72} = 4052 \text{ mg/L}$$

$$\pi_{fco} = \frac{4052 \times (10 + 320)}{491000} = 2.72\text{bar (39.4psi)}$$

$$TCF_o = \text{EXP}[3020 \times \{1/298 - 1/(273 + 10)\}] = 0.58$$

这些数值代入方程式（1）可得到相对于首次投运同等条件下的标准化产水量：

$$\begin{aligned} Q_s &= \frac{25 - 1.5 - 1.0 - 2.5}{28 - 2.0 - 2.0 - 2.72} \times \frac{0.70}{0.58} \times 130 \\ &= 147.6 \text{ m}^3/\text{h} \quad (650 \text{ gpm}) \end{aligned}$$

与首次开机时的状况相比，该系统产水量已下降了 1.6%，就三个月的运行而言，这一结果相当令人满意，因此系统尚不需要化学清洗。

这些数值代入方程式（2）可得到相对于首次投运同等条件下的标准化产水浓度 TDS：

$$\begin{aligned} C_{Ps} &= 80 \times \frac{28 - 2 - 2 - 2.72 + 0.06}{25 - 1.5 - 1 - 2.5 + 0.05} \times \frac{3671}{4052} \\ &= 77 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

与投运初期的 83mg/L 产水含盐量相比，系统脱盐率稍有提高，该情形在初期投运期间相当普遍。