

HYDRAcap®MAX 膜系统清洗

本文提供 HYDRAcap®MAX 膜组件的化学清洗相关信息

背景

HYDRAcap®MAX 膜系统有两种典型的清洗：维护性清洗(MC)和恢复性清洗(RC)/CIP。MC 一般是定时进行，与温度校正比水通量（TCSF）无关。RC 一般是 30-90 天进行一次，或者当 TCSF 降到 50lmh/bar 时，或是跨膜压差 TMP 升到 2bar 时进行。化学清洗可以去除无机、有机及生物污染物等。本技术服务公告只是一个 HYDRAcap®MAX 典型的清洗溶液和清洗方法的导则。在实际操作中，采取与导则中所述不同的化学药品、流量和清洗时间，清洗结果可能会更有效。应在每次清洗结束后，将初始时的温度校正后的比水通量（TCSF）与清洗后的 TCSF 加以比较，以证实最佳的清洗效果(更多关于 TCSF 的内容，请参考 TSB339)。如果清洗后 TCSF 的数值低于其初始值的 30%，需要重新采用不同方式进行清洗，或联系美国海德能公司相关技术人员。

注意：只有美国海德能公司认可的化学药品可以被使用。使用未经美国海德能公司认可的化学药品而导致膜损坏，美国海德能公司将不承担责任。在使用氧化性清洗剂时，清洗液中不应含有铁、锰和其它过滤金属。

注意：化学清洗配药用水不应有超过 5 μ m 的颗粒物。RC 清洗泵出口处可配一个袋式过滤器或其它过滤器，以防止颗粒进入膜组件。清洗水箱不应敞口，需有盖。

一. 清洗液的配制

MC 清洗液

配制清洗液的用水通常是产水。然而，浊度 <2NTU 且水中有机物和无机物含量不高的进水可以用来配制 MC 清洗液。无法判断时请咨询美国海德能公司技术。

如上所述，MC 是按时间来设定的，其频率取决于进水水质。加氯 MC(MC1)根据进水中生物和有机物含量不同，每天进行 1-2 次；加碱 MC (MC2) 根据进水中的有机物含量（注：海水不需 MC2），每天进行 0-2 次；加酸 MC (MC3) 根据进水中无机物含量和结垢倾向，每天进行 0-1 次。请联系美国海德能公司相关技术人员以确定 MC 频率，系统运行之后 MC 频率和化学药品浓度也可能根据现场情况有一些调整。MC 程序见图 1。

步骤	描述	用时 (秒)
1	停止运行	0
2	气擦洗	60 - 120
3	气擦洗并排放	60
4	加药	60
5	浸泡	600
6	气擦洗	600
7	气擦洗并加压排放	90
8	重新注水	60
9	漂洗	120
10	重新投入运行	0
		总计: ~27 分钟

图 1 MC 程序

典型的化学清洗药剂包括氢氧化钠 (NaOH)、次氯酸钠 (NaClO)、柠檬酸、盐酸 (HCl)、硫酸等，都是比较有效的清洗剂，而且比专用清洗剂便宜。MC3 的 pH 值为 2，MC2 pH 值为 12。

注意：除了进水中过滤金属 $>0.5\text{mg/L}$ 的情况以外，碱洗或氯洗应在酸洗前进行。

表 1 为常见的清洗浓度：

表 1 MC 典型药品浓度

清洗液	MC1 (加氯)	MC2 (加碱)	MC3 (加酸)
NaClO	200mg/L	-	-
NaOH (50%)	-	1200mg/L	-
H ₂ SO ₄ (96%)	-	-	1470mg/L(0.15%)
HCl (33%)	-	-	1470mg/L(0.15%)
柠檬酸	-	-	4000-8000mg/L(0.4-0.8%)

使用螯合剂（如柠檬酸、EDTA、DTPA）或还原剂（如亚硫酸氢钠）等可增加脱除过渡金属沉淀物的能力，配制量为每一吨水中加 10 公斤。

MC 对 TMP 无效果示例

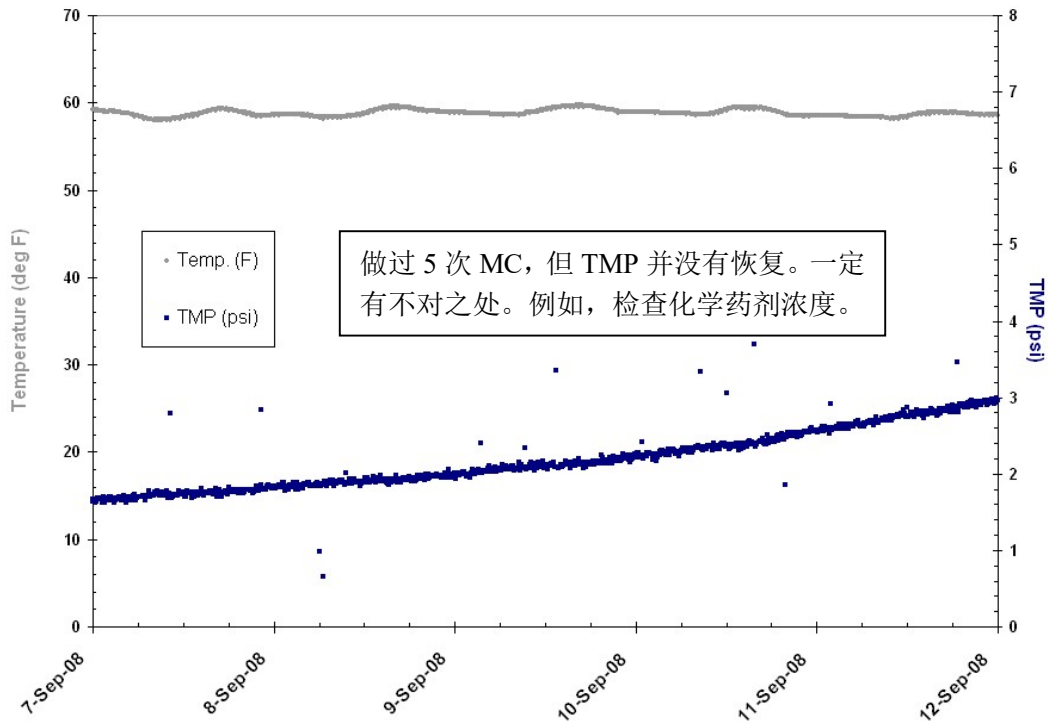


图 2 MC 对 TMP 无效果图

MC 对 TMP 有效果示例

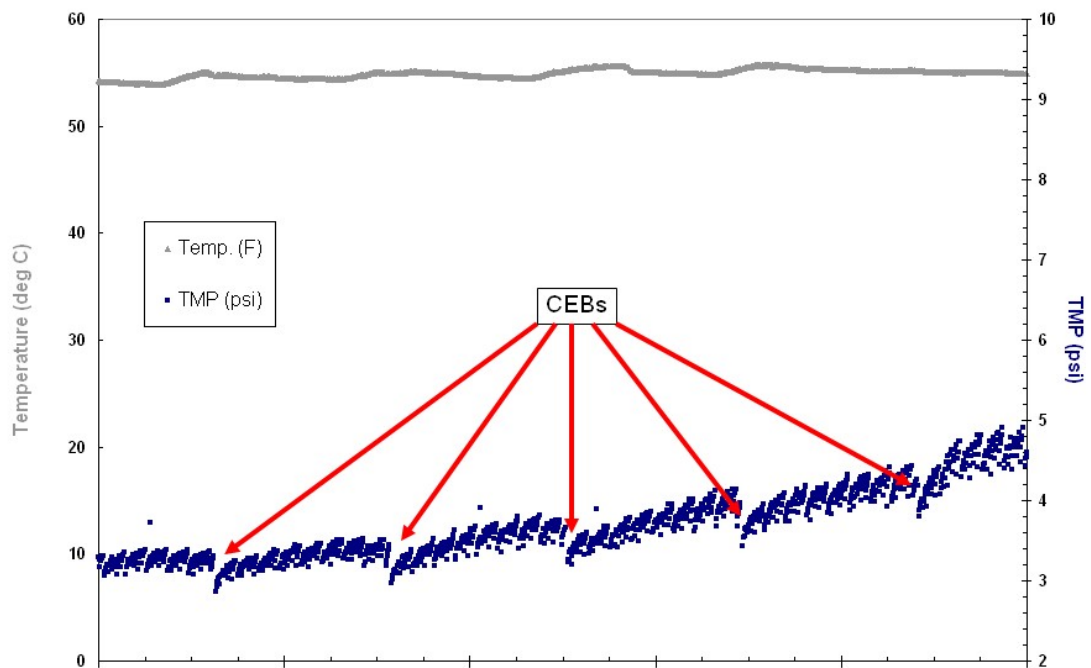


图 3 MC 对 TMP 有效果图



重要安全警示：如果进水中含有高浓度的硅，在清洗时使用氢氧化钠需要特别注意。硅和氢氧化钠在水中接触会产生放热反应，其化学方程式如下



重要安全警示：为了防止氢气和热量在膜组件和系统内的积累，处理含硅废水的膜组件在氢氧化钠清洗过程中，排气阀必须保持全开状态。



重要安全警示：氢气是高度易燃气体，在水处理设施附近必须严禁吸烟，“禁止吸烟”的警示需要张贴在 HYDRAcap®MAX 和 HYDRAcube®系统周围。

RC 清洗液

配制 RC 清洗液的用水应为产水，清洗液应加热以提高清洗效率。任何时候都不能超过 40℃，否则膜会损坏。RC 药品种类可与 MC 一致，典型浓度见表 2。

表 2 RC 典型药品浓度

清洗液	RC1	RC2	RC3
NaClO	1000mg/L	-	-
NaOH(50%)	-	3500mg/L (pH=12-12.5)	-
H ₂ SO ₄ (96%)	-	-	5000mg/L(0.5%), pH=1.5-2
HCl(33%)	-	-	5000mg/L(0.5%), pH=1.5-2
柠檬酸	-	-	10000-20000mg/L (1-2%), pH=1.5-2

注意：上述药品浓度仅供参考，实际数值会因配制用水水质情况有变化。

如上所述，RC 一般是 30-90 天进行一次，或者当 TCSF 降到 50lmh/bar 时，或是跨膜压差 TMP 升到 2bar 时进行。如果 TCSF 没有恢复到其初始值的 70%以上，重复进行一次清洗，采用不同化学药剂，或联系美国海德能公司。RC 清洗频率和持续时间更大程度取决于进水成分，美国海德能

推荐的清洗程序如下面图 4 所示。

步骤	描述	用时 (秒)
1	停止运行	0
2	气擦洗	60 - 120
3	注入加热的产水	60
4	浸泡	300
5	气擦洗并排放	60
6	加药	60
7	浸泡	2700
8	气擦洗	600
9	加药	10
10	浸泡	2700
11	气擦洗并加压排放	60
12	重新注水	60
13	漂洗	120
14	重新投入运行	0

图 4 RC 程序

RC 另一个可选方式是如果前面工艺中，膜组件没有回到推荐值，则可用 4 次 X45 分钟浸泡和 4 次 X5 分钟气擦洗并在每次气擦洗后只是充入部分水。

	浸泡 (分钟)	气擦洗 (分钟)	注部分水/加药 (秒)
1	45	5	10
2	45	5	10
3	45	5	10
4	45	5	10

3. 氧化剂最大限值

PVDF 膜材料对氧化剂有较强耐受程度。HYDRAcap®MAX 膜组件最大活性氯浓度可达 5000mg/L。

二. 清洗

1. 准备药剂

对于 MC，化学清洗溶液可以通过在线加药系统来配制，通过固定流速投加到给水管线（仅适用于某些进水水质相对好的应用）或产水管线中，以达到想要的药剂浓度。对于 RC，药品可以在 RC/CIP 清洗水箱中进行配制。下面说明在 RC/CIP 水箱中配制药剂的步骤。

注意：为确保膜表面尽可能的干净，清洗应在气擦洗之后进行。气擦洗可以冲掉系统内的颗粒物。如果膜组件污染严重，可能需要进行多次气擦洗，然后再进药液。

- 1) 确保采取了足够的安全措施（例如：防护眼镜、手套等）。
- 2) 确保足够通风。
- 3) 清洗水箱内注入 HYDRAcap®MAX 系统产水、RO 产水、自来水或类似水质的水。

注意：当用 HYDRAcap®MAX 产水或自来水配药，注意清洗药剂加入后不要超过难溶盐（如 CaCO₃）的溶解度。

- 4) 溶液加热到预定值。此时，当气擦洗步骤结束后，膜组件内还充满进水时，将加热后的水缓慢地从膜丝的产水侧注入膜内。热水使膜内温度逐渐上升，防止膜组件突然受到热冲击。
- 5) 让热水在膜内保持 5 分钟左右。在此期间，化学药品投加到清洗水箱中。为避免过热，绝不能在药品中注入水来配制清洗溶液。
- 6) 通过循环回路或静态混合器将药液混合均匀。
- 7) 经过加热和混合，确保溶液的 pH 值仍在目标范围内。

2. 清洗

- 1) 要清洗的膜块加热之后，应先进行气擦洗和排放，排掉之前膜内的热水。
- 2) 确保要清洗的膜块与系统其它的膜块分离开来。

注意：在药液进入前打开排气阀。

- 3) 如果是手动清洗，确认清洗回路正确连接（例如清洗入口、清洗出口和透过液出口等），阀门位置正确（此时仅浓水阀、RC 进水阀和药品注入阀打开）。

- 4) 启动清洗泵。清洗流量应不高于进水泵流量。请咨询美国海德能公司技术人员清洗泵参数。
- 5) 如果溶液是在清洗水箱中配制的，持续监测水箱内的 pH 值和温度，以确保该参数保持在设定的范围内。
- 6) 确认膜组件内溶液浓度、pH 和温度等。如果膜组件内溶液浓度、pH 和温度等达到预定值，停泵，浸泡 45 分钟。否则，在浸泡之前做一些必要的调整。
- 7) 浸泡之后，气擦洗 10 分钟。注意，此步骤进行时部分溶液会从浓水管线中排掉。
- 8) 气擦洗结束后，应重新注入一些溶液直至与膜组件顶部浓水管连接的透明管路上能看到溶液。膜组件重新注满溶液后，继续浸泡 45 分钟。

3. 漂洗

- 1) 气擦洗加速膜内药液排放。1bar 空气加压膜的产水侧，使产水侧的药液也排放掉。
- 2) 膜组件重新注水，打开产水排放阀，让水直接从进水到产水再排放掉。此时产水阀应是关闭状态，防止药品混入到产水管线中。此步骤排气阀可能关闭。
3. 漂洗充足时间后，膜块重新投入运行。

注意：药液一般需要中和。如果清洗装置有两个清洗水箱，碱液和酸液混合后即可中和。否则，可能需要加入药液中和或用水稀释。任何时候，不能通过膜组件来中和药液，因为化学反应的放热可能会损坏膜。