

目錄

第一章膜元件和膜系統的使用

1、膜元件的安裝和拆卸	01
2、膜系統的運行	03
3、膜系統的停止運行	05

第二章膜系統的預處理

1、預處理的重要性	07
2、必須知道的概念	07
3、常規預處理的方法	08
4、SDI (膠體、顆粒)	09
5、結垢的預防	11
6、微生物污染的控制	12
7、有機物污染的預防	12
8、鐵、錳等氧化物污染的預防	13
9、預處理方法彙總	13

第三章膜系統的清洗和消毒

1、膜系統清洗	14
2、膜系統消毒	16

第四章膜系統故障和排除

1、膜元件造型、系統設計失誤	17
2、溫度影響	17
3、顆粒懸浮物污染	17
4、有機物污染	18
5、膠體污染	19
6、微生物污染	19
7、金屬氧化物污染	20
8、無機鹽結垢	21
9、O型圈洩漏	21
10、膜元件氧化	22
11、其他異常	22
12、常見故障分析與處理	23

第五章膜系統進水水源要求

附件1 :反滲透膜元件溫度校正系數表	26
--------------------	----

附件2 :膜行業常用單位及換算關係	27
-------------------	----

第一章膜元件和膜系統的使用

1. 膜元件的安裝和拆卸

1.1 安裝標準事項

1. 為了記錄每支壓力容器和膜元件所處的相對位置，首先應設計一張用於辨別壓力容器和膜元件安裝位置的示意圖；在裝卸元件的同時，請立即在示意圖上填寫膜元件的序列號（位於膜元件標籤上）作為元件編號；標明壓力容器和膜元件位置的示意圖將有助於跟蹤系統中的每一支膜元件的運行情況。
2. 裝卸元件前，建議準備下列物品：橡膠安全靴或防水鐵頭靴、橡皮手套、甘油潤滑劑、防護眼鏡、內六角扳手、管鉗、剪刀、乾淨的布、能填滿壓力容器內徑的拖把等。
3. 仔細檢查上游進水管路，並除去管路中可能存在的所有灰塵、油脂、金屬碎屑等；如有必要，應對進水管路和壓力容器進行化學清洗，以保證所有的異物均被有效去除。
4. 仔細檢查進水水質；在膜元件安裝前，用有效的預處理系統產水沖洗膜系統大約30分鐘，並檢查膜系統進水水源是否符合規定，檢查管路是否有洩漏。
5. 拆下壓力容器的端板和止推環，用乾淨水沖洗已打開的壓力容器，有效的除去可能存在的灰塵或沉積物，再使用一個能填滿壓力容器內徑的拖把吸滿甘油水溶液後，來回擦拭壓力容器內壁，使壓力容器內壁乾淨、潤滑。
6. 安裝元件前，要保證安裝和投運系統的所有零部件和化學藥劑均齊全，預處理系統運轉正常有效；否則不要打開膜元件包裝袋，直到以上事項全部得到確認。

1.2 膜元件的安裝

1. 打開包裝紙箱，從包裝袋中小心取出膜元件；檢查元件上的鹽水密封圈（Y型圈）位置和方向是否正確（Y型圈開口方向必須面向進水方向，如圖1.1所示）；將所有待安裝膜元件全部取出後按順序豎直擺放。



圖1.1

2. 將膜元件Y型圈和中心管處塗抹少量甘油潤滑後從壓力容器進水端平行推入（注意讓不帶Y型圈的一端先進入），直到元件帶Y型圈的一端露出壓力容器進水端外面約20cm(如圖1.1所示)；以上操作基于從壓力容器的進水端安裝元件。
3. 將連接器插入膜元件中心管內（如圖 1.1 所示），注意需在連接器密封圈 (O型圈)上塗抹少量甘油潤滑，並檢查O型圈是否損壞，注意不要將O型圈扭曲安裝。

4. 如圖1.2所示，托住壓力容器外的“待推入”膜元件，並讓已進入壓力容器的“待連接”膜元件中心管連接器插入“待推入”膜元件的中心管內（注意不要讓連接器承受膜元件重量），然後將“待推入”膜元件推入壓力容器內直到其尾端露在壓力容器進水端外面約20cm(注意不要讓膜元件與壓力容器邊緣碰撞而損壞)。

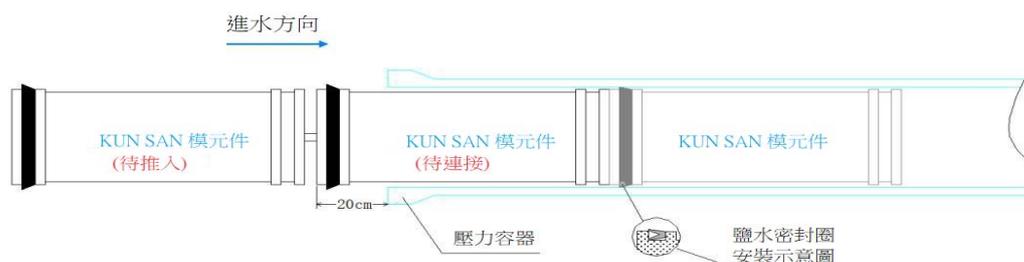


圖1.2

5. 重複第3) 和第4) 步驟，直到該壓力容器內裝滿膜元件。
6. 如圖1.3所示，將膜元件適配器、止推環和濃水端板正確組合，將濃水端板組套件對準”第1支”膜元件中心管平行推入壓力容器，旋轉調整濃水端板，使之與外部連接管對準並用螺絲或端板卡環固定。

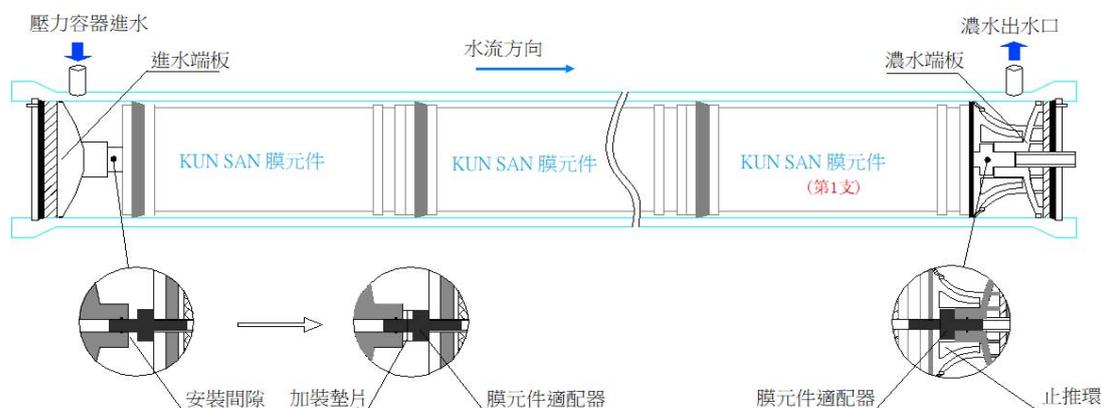


圖1.3

7. 從進水側將壓力容器內的膜元件推向濃水側，直到”第1支”膜元件與濃水端板組套件緊密連接，然後再進行進水側端板安裝。
8. 在安裝進水端板時，應使用墊片調整並消除膜元件適配器和進水端板間可能存在的間隙（如圖1.3所示），防止膜元件在系統開機和停機時，由於壓力容器進水壓力的驟變，膜元件在壓力容器中產生軸向位移，導致鹽水密封圈磨損老化而影響密封性能。
9. 重複以上步驟，安裝完系統所有膜元件，連接所有外部進水、濃水、產水管路。

1.3 膜元件的拆卸

1. 拆下壓力容器上相連的進水、濃水、產水管道，除去連接配件。
2. 拆除壓力容器兩端的端板。
3. 用一根PVC管或其他拆卸工具從進水端向濃水端推膜元件直至濃水端露出膜元件，注意每次只推出一支元件，當元件被推出壓力容器時應及時接住該元件，以免造成膜元件損壞或人員受傷（同時注意不要讓連接器承受膜元件重量）。
4. 將拆下的膜元件用1.0%的亞硫酸氫鈉標準保護液浸泡后，放入乾淨的塑料袋中，再密封保存（1.0%的亞硫酸氫鈉標準保護液需用RO水和食品級亞硫酸氫鈉配制）。

2. 膜系統的運行

2.1 初次運行

1. 通常系統首次試運行在安裝完膜元件之後立即進行。
2. 運行膜系統前準備好如下物品、儀器和設備：防護眼鏡、溫度計、pH計、電導率儀、ORP儀，水樣取樣瓶、SDI測定儀、秤重磅秤、分析儀器（可測量水樣的總硬度、鈣離子、總鹼度、氯化物、活性氯、硫酸鹽、二氧化矽、鐵離子等指標）。
3. 膜系統啟動前應保證預處理裝置處於正常有效的狀態，做好預處理出水水源檢查，保證膜系統進水的以下各項指標均穩定或合格：給水流量穩定、污染指數（SDI₁₅）、濁度（NTU）、餘氯及其它氧化劑、還原劑濃度（如果用於除去餘氯）、電導率、pH值、溫度、細菌數等。
4. 膜系統起動前的檢查事項
 - A. 從預處理到反滲透膜和納濾膜裝置的所有設備、管路、加藥裝置等材料均滿足防腐要求，且與日常操作及化學清洗時的pH範圍兼容。
 - B. 所有的預處理裝置已經進行反洗或清洗並處於清潔狀態。
 - C. 保安過濾器安裝或更換了新濾芯，且無表面活性劑、潤滑劑、織物等。
 - D. 確認給水管路已經進行了有效沖洗，並清除了所有的灰塵、油脂、潤滑油、金屬殘渣等。
 - E. 加藥裝置處於正常可操作狀態。
 - F. 加藥計量泵停機或藥品斷流時確保反滲透和納濾膜裝置能連鎖停機，而反滲透和納濾膜裝置停機時確保加藥裝置連鎖停機。
 - G. 預處理如果使用了氯等氧化藥劑的，需確保反滲透和納濾膜裝置進水採用了相關措施可有效除去餘氯。
 - H. 配置並安裝了必要的儀表，並進行了校正，能有效監測膜系統運行參數，及進行標準化。
 - I. 系統安裝了壓力安全卸放閥，並處於正確設定狀態。
 - J. 採取了必要的措施以保證任何時候產水壓力不會超過進水或濃水壓力0.03MPa或4.4psi。
 - K. 所有連鎖、延時及警報裝置安裝正確並經過測試正常。
 - L. 確保能對每個壓力容器進行單獨取樣。
 - M. 確保能對膜系統和每段的進水、產水、濃水進行取樣。
 - N. 壓力容器與清洗管路連接正確。
 - O. 所有的壓力容器安全地固定在支架上。

- P. 所有的壓力容器均裝填了膜元件，或膜元件在壓力容器內被安全有效的固定不能移劫，壓力容器正確安全地安裝了端蓋。
 - Q. 安全正確地連接了所有的壓力容器，特別檢查卡箍接合點和壓力容器端封口處。
 - R. 開啟產水出口閥。
 - S. 反滲透和納濾膜裝置的產水可直接排放。
 - T. 開啟濃水控制閥。
 - U. 調整高壓泵出水閥和旁通閥，控制反滲透和納濾膜裝置進水流量小於正常操作進水量的 50%。
5. 膜系統啟動順序
- A. 檢查所有閥口處於正確位置，系統進水、產水、濃水閥門處於全開狀態。
 - B. 用低壓低流量的合格預處理系統產水充滿全部壓力容器和管路，確保壓力容器和管路中的空氣排盡；沖洗壓力為(0.2-0.4)MPa或 (30-60)psi，產水和濃水應全部排放，同時在這個過程中檢查所有閥口管道連接處是否有漏點。
 - C. 安裝濕膜的系統應至少沖洗30min；安裝了乾膜的系統，應連續低壓沖洗6小時甚至更長時間。
 - D. 啟動高壓泵前，必須讓高壓泵和膜元件之間的進水控制閥處於接近全關的狀態。
 - E. 啟動高壓泵時，緩慢打開高壓泵出口進水控制閥，同時緩慢關閉濃水控制閥門，在保持濃水流量的同時，注意產水流量的上升，並隨時調節使其達到設計的產水量；並注意檢查系統運行壓力，確保未超過設計上限。
 - F. 檢查所有化學藥劑投加量是否與設計值一致，測定進水pH值。
 - G. 檢查加藥定量泵及藥液是否正常、適量。
 - H. 系統連接運行後檢查各個壓力容器的產水電導等，判斷是否存在膜元件和壓力容器"O"型圈的洩漏或其它故障。
 - I. 當產水水質合格後，打開產水輸送閥，關閉產水排放閥，將產水引入產水箱。

1	系統（各段）產水流量	M ³ /h	2次/每天
2	系統濃水流量	M ³ /h	2次/每天
3	進膜壓力	MPa (psi)	2次/每天
4	段間濃水壓力	MPa (psi)	2次/每天
5	系統濃水壓力	MPa (psi)	2次/每天
6	進水電導率	μS/cm	2次/每天
7	產水電導率	μS/cm	2次/每天
8	濃水電導率	μS/cm	2次/每天
9	SDI ₁₅	/	2次/每天
10	濁度	NTU	2次/每天
11	溫度	°C	2次/每天
12	pH	/	2次/每天
13	ORP	mv	1次/每4時
14	餘氯	mg/L	2次/每天

3. 膜系統的停止運行

3.1 膜系統停機注意事項

1. 停止高壓泵。
2. 讓膜系統在0.3MPa或44psi的低壓設置下運行沖洗，以便在高流量濃水排放下提高膜元件沖洗效果。
3. 沖洗應採用高品質水（最好用膜系統產水），充分置換壓力容器和膜元件內的濃水，直到濃水電導接近進水電導。
4. 低壓沖洗進水不應含有用於預處理的化學藥劑，特別是阻垢劑。
5. 停機時應保證壓力容器內完全充滿高品質水（最好用膜系統產水），建議在濃水和產水管路上安裝止回閥。
6. 當沖洗完成後，關閉濃水排放閥、產水排放閥。
7. 任何操作都不能讓產水側的背壓超過0.03MPa或4.4psi。
8. 系統長時間停機時請參考本章 "3.3 膜系統停機保護"。

3.2 膜元件的保存

1. 昆三生產銷售的膜元件產品以乾式膜元件為主，有少部分濕式膜元件為制程中的抽檢合格產品。
2. 昆三的濕式膜元件浸泡在含有1.0%的亞硫酸氫鈉標準保護液中，並在銷售出廠時用包裝袋密封，90天內必使須開始用，不能使用的應更換相同的保護液。
3. 膜元件被濕潤後應始終保持濕潤狀態，禁止長時間豎立擺放；如果不慎乾燥，膜元件的水通量將可能出現不可逆的損傷。
4. 濕式膜元件的保存需浸泡在用RO水和食品級亞硫酸氫鈉配制1.0%的亞硫酸氫鈉標準保護液中；冬季需在1.0%的亞硫酸氫鈉標準保護液中添加10%的丙三醇以防凍；保護液應每90天進行更換。
5. 不管是乾式或濕式膜元件在使用或再次使用前，都應保持在真空密封的包裝狀態下儲存；包裝好的膜元件應裝在包裝箱內，包裝箱存放地點應陰冷乾燥且避免陽光直射。
6. 乾式膜元件儲存環境氣溫應為： 0°C ~ 5°C (32 F) ~ 15°C (60 F)，密封後可長期保存。
7. 濕式膜元件儲存環境氣溫應為： $(0-45)^{\circ}\text{C}$ 或 $(32-113)^{\circ}\text{F}$ 。

3.3 膜系統停機保護

1. 短期停機：膜系統需要停止運行但不超過48小時，可採取以下保護措施：
 - A. 用膜系統產水沖洗系統。
 - B. 將壓力容器內灌滿膜系統產水，排空氣體，關閉所有閥門，防止膜元件乾燥、空氣進入和微生物滋生。
 - C. 每24小時按上述方法對膜系統進行沖洗一次，如環境溫度高於 30°C (86 F)，應將沖洗頻率調整為12小時一次。

2. 長期停機：膜系統停止運行超過48小時，需採取以下保護措施：
- A. 用化學清洗方法對膜系統進行殺菌處理。
 - B. 將壓力容器內灌滿用膜系統產水配制的1.0%的亞硫酸氫鈉標準保護液排空氣體，關閉所有閥門，防止膜元件乾燥、空氣進入和微生物滋生。
 - C. 定期檢查保護液的pH值，當pH值小於3時應更換保護液。
 - D. 每30天按上述方法沖洗並更換保護液，如果環境溫度高於2 C，應把時間縮短為15天。
 - E. 停機期間，膜系統儲存溫度應控制在(5-45) C。
 - F. 當系統再次使用時，請使用低壓大流量的產水對膜系統進行沖洗 1小時以上，再用高壓沖洗 (5-10) 分鐘，直至產水合格；注意無論低壓或高壓沖洗，膜系統的產水排放閥應全部打開，以免發生背壓和不合格產水進入產水箱。

An Clean

第二章膜系統的預處理

1. 預處理的重要性

反滲透或納濾技術是眾多水處理方法中的一種。完整有效的反滲透或納濾膜系統包括以下三個必要部件：原水的預處理裝置、反滲透或納濾膜裝置、後處理裝置。反滲透或納濾膜裝置主要功能是分離或去除原水中一定濃度的溶解性物質。

原水中一般含有一定濃度的懸浮物和溶解性物質（包括易溶鹽（如氯化物）和難溶鹽（如碳酸鹽、硫酸鹽和矽酸鹽））。如果預處理裝置不能將原水中的懸浮物和過量的難溶鹽去除，而使之進入反滲透或納濾膜裝置，難溶鹽超過其飽和極限而沉澱，懸浮物將逐漸積附在膜元件內部，致使膜元件被污染、堵塞、結垢，膜系統運行效率降低，產水水質下降。可見，膜系統的運行失敗，多數情況是由於預處理系統功能不完善造成。

為了延長膜元件和膜系統的使用壽命，必須通過必要的預處理裝置有效地去除原水中的懸浮物、膠體、微生物等雜質，控制難溶鹽的析出，保障反滲透或納濾膜裝置進水水質，使膜元件在健康的條件下運行。

此外，選擇合適和必要的預處理裝置，可明顯提高膜元件和膜系統的能效，降低反滲透或納濾膜裝置清洗頻率，減少系統運行費用。

因此，預處理是膜系統穩定運行的重要且必要保障。

2. 必須知道的概念

2.1 原水

進入膜系統的原水一般包括：RO/NF膜系統產水、地表水、地下水、中水、海水、或其他料液等。

1. RO/NF膜系統產水：對於一級反滲透或納濾產水，可以採用較簡單的預處理（如PP濾芯），水質即可達到進膜要求。
2. 地表水：是指陸地表面上動態水和靜態水的總稱，也稱“陸地水”，包括各種液態的和固態的水體，主要有河流、湖泊、沼澤、冰川、冰蓋等。地表水水質複雜，藻類等微生物多，季節變化造成的水質變化巨大。根據實際的水質情況，可採用絮凝沉降、MF、UF、多介質、殺菌等相應預處理工藝，使水質達到進膜要求。
3. 地下水：地下水是指埋藏在地表以下各種形式的重力水。地下水一般比較潔淨，懸浮物含量低，濁度低，僅需要簡單預處理（多介質、阻垢劑、軟化）即可達到進膜水質要求。有一些地下水中會存在細菌，對此需要根據實際情況選擇合適的預處理工藝。
4. 中水：又稱再生水，再生水是指污廢水或雨水經適當處理後，達到一定的水質指標，滿足某種使用要求，可以進行有益使用的水。對於達標中水，可參考地表水預處理方案，目前較成熟方案為雙膜法處理。
5. 海水：含鹽量一般在(25000-35000) mg/L,可理解為高含鹽量的地表水。受海水含鹽量高影響，海水淡化系統必然有極高滲透壓，為保證膜系統穩定運行，一般海水淡化系統設計回收率不超過50%。
6. 其他料液：對某些料液，通過不同的反滲透、納濾膜系統組合，可達到料液中不同溶質的分離。此過程的現實受不同料液，不同工藝影響，因此需要自行試驗確定合適預處理工藝。

2.2 結垢

膜系統運行時，隨着產水的不斷排走，進入膜系統的原水被不斷濃縮，造成其中的難溶鹽超過其飽和極限，在膜片的表面不斷析出沉積，這種現象稱作結垢。因為該現象為原液濃縮所致，所以該現象最早出現在膜系統的末端，逐漸往進水方向發展；在某些操作不當的情況下（系統回收率過高），結垢的產生會非常迅速，可以在很短時間內快速結垢。常見結垢難溶鹽有：碳酸鈣 CaCO_3 、硫酸鈣 CaSO_4 、硫酸鋇 BaSO_4 、硫酸銻 SrSO_4 、氟化鈣 CaF_2 、磷酸鈣 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 、矽酸鹽 $(\text{SiO}_3)^{2-}$ 等。

2.3 污堵

原液中的不溶性固體、膠體、有機物、微生物等雜質，逐漸沉積吸附在膜表面，造成膜系統性能的下降。該種現象主要發生在膜元件的前端（進水端）。常見的污染物有：膠體及顆粒物（泥沙、黏土、活性炭粉末、微生物殘骸、金屬氧化物等）、腐殖質、富里酸、單寧酸、絮凝劑等。微生物的存在也會大幅影響膜元件的性能，部分微生物的代謝物（多糖、黏液等）會黏附在膜片的表面，形成菌落，導致膜片被破壞，當此類雜質被清洗後，溶解性固體通過被破壞的膜片進入純水側，系統的脫鹽率可能會急遽下降。

2.4 膜降解

膜降解為膜元件分離層化學性質發生變化引起的膜元件性能衰減。主要表現在產水量的變化或脫鹽率的降低。影響膜降解的主要物質有氧化劑（餘氯、高錳酸鉀、臭氧等氧化劑）、過高或過低的清洗藥劑 pH 值、過高的溫度等。

3. 常規預處理的方法

3.1 多界質過濾器

多界質過濾器是利用一種或幾種過濾界質，在一定的壓力下把濁度較高的水通過一定厚度的粒狀或非粒材料，從而有效的除去懸浮雜質使水清澈的過程。主要是去除水中的懸浮或膠態雜質，特別是能有效地去除沉澱技術不能去除的微小粒子和細菌等， BOD_5 和 COD 等也有某種程度的去除效果，常用的濾材有石英砂、無煙煤、錳砂、活性炭、磁鐵礦、石榴石、多孔陶瓷、塑料球、纖維球等。多界質過濾器的設計與操作可查詢相關文獻。

3.2 絮凝劑—助凝劑

絮凝劑主要是帶有正（負）電性的基團和水中帶有負（正）電性的難於分離的一些粒子或者顆粒相互靠近，降低其電勢，使其處於不穩定狀態，並利用其聚合性質使得這些顆粒集中，並通過物理或者化學方法分離出來。一般為達到這種目的而使用的藥劑，稱之為絮凝劑。絮凝劑主要應用於給水和污水處理領域。

絮凝劑的品種繁多，從低分子到高分子，從單一型到複合型，總的趨勢趨向廉價實用、無毒高效的方方向發展。無機絮凝劑價格便宜，但對人類健康和生態環境會產生不利影響；有機高分子絮凝劑雖然用量少，浮渣產量少，絮凝能力強，絮體容易分離，除油及除懸浮物效果好，但這類高聚物的殘餘單體具有“三致”效應（致畸、致癌、致突變），因而使其應用範圍受到限制；微生物絮凝劑因不存在二次污染，使用方便，應用前景誘人。微生物絮凝劑將可能在末取代或部分取代傳統的無機高分子和合成有機高分子絮凝劑。

3.3 MF、UF

微濾 (MF) 和超濾 (UF) 能有效去除水中的不溶性固體懸浮物。在一定的壓力下，使小分子溶質和溶劑穿過一定孔徑的特制薄膜，而使大分子溶質不能透過，留在膜的一邊，從而使大分子物質得到了部分的純化。超濾技術是膜分離技術的一種，是在外界推動力（壓力）作用下載留水中膠體、顆粒和分子量相對較高的物質，而水和小的溶質顆粒透過膜的分離過程。微濾/超濾截留水中污染物後，需要定期進行清洗/反洗，用以恢復性能。詳情請諮詢微濾/超濾廠商。

3.4 精密過濾器

精密過濾器（又稱作保安過濾器），筒體外殼一般採用不鏽鋼材質製造，內部採用PP熔噴、線繞、折疊、鈦濾芯、活性炭濾芯等管狀濾芯作為過濾元件，根據不同的過濾界質及設計工藝選擇不同的過濾元件，以達到出水水質的要求。

精密過濾器通常作為預處理的最後一道工藝，用以保護高壓泵及膜元件，防止其受到焊渣、顆粒物、雜質等的衝擊損傷及污堵，通常建議選擇精度為5 μ m。精密過濾器濾芯需根據壓差變化或使用時間定期更換（使用壽命不高於三個月）。為防止微生物、細菌等污染風險，不建議重複使用濾芯。詳情請諮詢精密過濾器廠商。

4. SDI (膠體、顆粒)

淤泥密度指數 (Silt Density Index 簡都SDI)，是水質指標的重要參數之一。它代表了水中顆粒、膠體和其他能阻塞各種水淨化設備的物體含量。通過測定SDI值，可以選定相應的水淨化技術或設備。SDI值可根據ASTM4189-95規定的方法來測定，這種方法在行業內是公認的標準測試方法。

在膜系統水處理過程中，SDI值是測定膜系統進水的重要標誌之一；是檢驗預處理系統出水是否達到反滲透進水要求的主要手段。它的大小對膜系統運行壽命至關重要。

SDI值是測量通過47mm直徑，0.45 μ m孔徑膜的流速衰減。之所以選擇0.45 μ m孔徑的膜，是因為在這個孔徑下，膠體物質比硬顆粒物質（如沙子、水垢等）更容易堵塞膜。流速的衰減被轉換成1到100之間的數值，即SDI值。SDI值越低，水對膜的污染阻塞趨勢越小。從經濟和效率綜合考慮，大多數膜廠家推薦進水SDI值不高於5。

4.1 測定方法 (ASTM4189-95)

SDI測定是基於阻塞系數(PI, %)的測定。測定是在 Φ 47mm的0.45 μ m的微孔濾膜上連續加入一定壓力0.2MPa或30psi的被測定水，記錄濾得500ml水所需的時間 T_1 （秒）和15分鐘後再次濾得500ml水所需的時間 T_f （秒），按下式求得膜污染指數SDI:

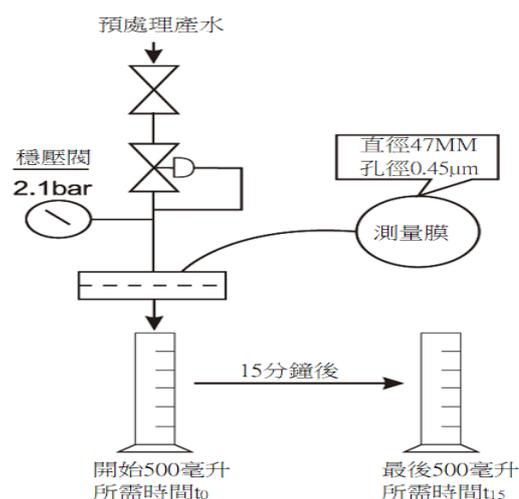
$$SDI = [(1 - T_f/T_1) * 100] / 15$$

式中 "15" 代表15分鐘。當水中的污染物質較高時，濾水量可取100ml、200ml、300ml等，間隔時間可改為10分鐘、5分鐘等，計算公式中的"15"也相應調整為10、5。

4.2 測定步驟

- 1) 將SDI測定儀連接到取樣點上（此時在測定儀內不裝濾膜）。
- 2) 打開測定儀上的閥門，對系統進行徹底沖洗數分中。
- 3) 關閉測定儀上的閥門，然後用鈍頭的鑷子把0.45 μ m濾膜放入濾膜夾具內。

- 4) 確認O形圈完好，將O形圈準確放在濾膜上，隨後將上半個濾膜夾具蓋好，並用螺栓固定。
- 5) 稍開閥門，在水流動的情況下，慢慢擰鬆 1- 2個蝶形螺栓以排除濾膜處的空氣。
- 6) 確認空氣已全部排盡且保持水流連續的基礎上，重新擰緊蝶形螺栓。
- 7) 完全打開閥門並調整壓力調節器，直至壓力保持在0.2MPa或30psi為止（如果整定值達不到0.2MPa或30psi時，則可在現有壓力下試驗，但不能低於0.1MPa或15psi）。
- 8) 用合適的容器來收集水樣，在水樣剛進入容器時即用秒表開始記錄，收取500ml 水樣所需的時間為 T_i (秒)。
- 9) 水樣流動 15分鐘後（包含收集初始 500ml 水的時間），再次用容器收集水樣500ml 並記錄收集水樣所花的時間，記作 T_{i5} (秒)。
- 10) 關閉取樣進水球閥，鬆開微孔膜過濾容器的蝶形螺栓，將濾膜取出保存（作為進行物理化學實驗的樣品）。
- 11) 擦乾微孔過濾器及微孔濾膜支撐孔板。



SDI儀基本原理圖

4.3 計算方法

- 1) 當測定過程中給水壓力為 0.2MPa或30psi時，將測量過程中取得的數據代入下式中計算 SDI值：

$$SDI = [(1 - T_i/T_{i5}) * 100] / 15$$

式中： T_i ：第一次收集 500ml 水樣使用的時間（單位：秒）

T_{i5} ：第二次收集500ml 水樣使用的時間（單位：秒）

- 2) 當測量過程中壓力達不到0.2MPa或30psi時，可改用現有壓力，但測得的SDI值必須換算到0.2MPa或30psi時的SDI值，方法如下：

$$\%Pp = (1 - T_i/T_{i5}) * 100 \quad (\%Pp \text{ 為非標準壓力 } 0.2\text{MPa} \text{ 或 } 30\text{psi} \text{ 時的阻塞指數})$$

$$SDI = \%Pp / 15$$

5. 結垢的預防

對於濃水含鹽量低於1%的苦鹼水，CaCO₃結垢的可能性可用朗格利爾指數(LSI_c)的值來判斷。

$$LSI_c = pH_c - pH_s$$

式中：PH_c為濃水的pH值；

PH_s為CaCO₃飽和時的pH值；

當 LSI_c ≥ 0, 就會出現CaCO₃結垢。

大多數未經處理的原水，LSI_c都是正值，為了防止CaCO₃結垢，必須在膜系統進水中投加阻垢劑或採用樹脂軟化等措施，否則必須保證原水LSI_c為負值。

控制CaCO₃結垢的條件為：

LSI_c < 0 不需要投加阻垢劑。

LSI_c 0.8-2.0 單獨投加阻垢劑或完全採用化學軟化。

LSI_c > 1.8-2.0 加酸至LSI_c達1.8-2.0, 然後再投加阻垢劑或完全採用化學軟化。

5.1 水的軟化（離子交換法）

離子交換是指借助於固體離子交換劑中的離子與稀溶液中的離子進行交換，以達到提取或去除溶液中某些離子的目的。離子交換樹脂是軟化系統的主體。在膜系統中，使用離子交換樹脂一般是用於去除水中的硬度和碱度，避免膜系統發生結垢。強酸陽離子型樹脂可以用Na⁺離子置換或者去除水中結垢陽離子如Ca²⁺、Ba²⁺、和Sr²⁺等。交換飽和後的樹脂可以通過NaCl再生，合適的運行條件和及時的樹脂再生可有效的消除系統碳酸鹽垢、硫酸鹽垢風險，但需要注意的是離子交換可能會引起水的pH變化。

5.2 添加阻垢劑

結垢會導致反滲透和納濾膜系統產水量下降，透鹽率升高，嚴重時影響反滲透和納濾膜系統的正常運行並導致膜元件使用壽命縮短。阻垢劑是具有能分散水中的難溶性無機鹽，阻止或乾擾難溶性無機鹽沉澱、結垢的一類藥劑，可用於控制碳酸鹽垢、硫酸鹽垢以及氟化鈣垢。

阻垢劑可分為六偏磷酸鈉、有機磷酸鹽及其覆配物、以PAPEMP為主劑及無磷環保型阻垢劑。阻垢劑的選擇可以根據藥劑廠商的推薦行號。

阻垢劑的加藥量：一般型水質的加藥量3-5mg/L（標準液），中水回用型水質建議 8-10mg/L，具體的使用劑量還應根據進水水質進行靜態或動態阻垢實驗以及阻垢劑廠商的計算軟件進行確定，以保證阻垢劑的使用效果。必須注意的是，某些阻垢劑必須避免過量加入，因為過量的阻垢劑對膜而言也是污染物。同時，在添加陽離子阻垢劑時，必須保證水中不存在明顯的陽離子聚合物，否則陽離子聚合物可能會與負電性的阻垢劑發生協同沉澱反應並污染膜表面。

5.3 系統操作參數調整

對某些小型系統或防止結垢措施效果不好時，可通過降低系統回收率，來控制系統濃水中難溶鹽濃度，使難溶鹽低於其溶度積，就不會產生結垢現象。另外可通過降低原水的 pH值，達到預防結垢的效果。

6. 微生物污染的控制

微生物是個體難以用肉眼觀察的一切微小生物之統稱，包括細菌、病毒、真菌和少數藻類等，它們廣泛存在各種原水中。原水進入膜系統後，隨着原水的不斷濃縮，原水中溶解的營養成分逐漸附集在膜片表面，形成微生物生長的理想環境。微生物的代謝產物、殘骸、多糖等形成類似膠體的生物膜或黏液，造成膜元件的污堵和損傷。嚴重的微生物污染很難通過清洗恢復系統性能，且清洗後殘存的微生物會快速繁殖，再次造成系統污堵。

6.1 殺菌消毒

微生物污染會嚴重影響膜的性能，其主要表現為水通量逐漸下降，運行壓差逐漸增加，脫鹽率緩慢下降。為了防止微生物污染，通常採用對原水進行殺菌處理，殺菌劑通過影響微生物的生長分裂、孢子萌發、細胞膨脹，破壞細胞壁及瓦解細胞質等作用，可以有效控制膜系統中微生物的繁殖生長。

按照殺菌機制，殺菌劑可分為氧化性和非氧化性殺菌劑兩大類。氧化性殺菌劑通過藥劑的氧化作用破壞細菌的酶系統達到殺菌的目的，常用的氧化性殺菌劑有次氯酸鈉、臭氧、過氧化氫等，由於氧化性殺菌劑具有強氧化性，在膜系統使用時必須投加還原劑如亞硫酸氫鈉，實時檢測以確保進水不含餘氯；非氧化性殺菌劑主要是靠滲透到細菌體內或者在水中水解後與細菌某些組分形成落合物沉澱達到殺菌效果，常用的非氧化性殺菌劑有DBNPA。

6.2 氧化劑去除

氧化性殺菌劑雖然可以有效快速的滅活微生物，但氧化劑同樣可以破壞膜元件的分離層，降低膜元件的使用壽命。因此，應密切監控膜系統進水的氧化還原電位，確保去除原水中的氧化劑。需要特別注意的有自來水（氯的存在），中水（某些殺菌環節），超濾產水（反洗殺菌等），循環水（某些氧化性藥劑）及被污染的地下水、地表水等。膜系統進水中的氧化性物質一般採用還原劑去除，某些小型系統中，可採用活性炭裝置來去除水中的氧化劑。

6.3 亞硫酸氫鈉

亞硫酸氫鈉為膜系統最常用的還原劑與殺菌劑。某些膜元件的保護液中就有亞硫酸氫鈉的存在。亞硫酸氫鈉可快速的與氧化劑發生反應，從而可以達到去除原水中氧化性物質的功能。一般來說我們可採用3mg/L的亞硫酸氫鈉來還原 1mg/L的游離氯。

7. 有機物污染的預防

各種水體中普遍存在化學性質和化學組成複雜的有機物，即使水體沒有遭受污染，也會發現水體中存在種類和濃度各異的有機物，這些有機物通過直接或間接方式，影響水體的物理、化學、生物性質。水中的有機物進入膜系統後，隨着原水的濃縮，會逐漸附著在膜片表面，造成膜系統產水量衰減，某些特殊情況下，會造成不可逆的膜通量損失。因此，要採用絮凝、超濾、吸附等方法，去除進入膜系統有機物。有機物污染類似於膠體污染，系統藥洗時可採用鹼洗等清洗方案。對某些廢水、物料分離等膜系統應用時，要根據每種料液進行小試或中試，來確定膜元件有機物污染的清洗恢復性和物料分離的可行性。

8. 鐵、錳等氧化物污染的預防

當原水中存在較高的鐵離子或錳離子時（超過0.05mg/L），膜系統就存在鐵（錳）污染的可能，受化學性質影響，鐵污染的頻度要明顯高於錳污染。防止鐵污染的主要方法為控制原水與空氣或氧化劑的接觸，降低原水的pH值等。一般來說，我們可以通過離子交換法、絮凝法、先氧化後過濾法、同步氧化法等來去除水中的鐵、錳離子。具體請查閱相關文獻。

9. 預處理方法彙總

預處理		目 標						
		難溶鹽	鐵錳	微生物	有機物	氧化劑	SDI高	矽酸鹽
方法	絮凝				可能有效		有效	
	阻垢劑	有效						
	離子交換	有效						
	系統調節							有效
	MF/UF			可能有效	有效		有效	有效
	活性炭				有效	有效		
	還原					有效		
	氧化殺菌			有效				
	氧化-過濾		有效					

An Clean

第三章膜系統的清洗和消毒

1. 膜系統清洗

1.1 清洗的形式

膜系統的清洗一般分為：物理清洗和化學清洗兩種形式。

物理清洗是一種“沖洗”的過程，指對膜元件的濃水流道採用“低壓大流量”的進水，沖掉附在膜表面的污染物和堆積物。沖洗壓力控制在 0.4MPa或 60psi以下，8寸膜元件沖洗流量為(7.212)m³/h, 4寸為 (1.8- 2.5) m³/h。物理沖洗可經常進行。

當膜系統運行一段時間後，反滲透和納濾膜元件內的膜片會受到無機鹽垢、微生物、膠體顆粒和不溶性的有機物質的污染。膜系統運行過程中，這些污染物會沉積在膜表面，導致標準化的產水流量和系統脫鹽率分別下降或同時惡化。當下列情況出現時，物理沖洗已經不能恢復反滲透和納濾膜元件的性能，這時就需要對膜元件進行化學清洗：

- A. 標準化測試的產水量下降10%- 15% 或以上。
- B. 標準化後，進水和濃水之間的壓差上升15%。
- C. 標準化透鹽率增加10%- 15% 或以上。建議在進行化學清洗前先進行物理清洗。

1.2 污垢類型的確定

在化學清洗之前，確定膜表面污垢類型是非常重要的。進行污垢類型確定的最好方法是對SDI測試膜片上所收集的殘留物進行化學分析，以確定污染物的主要類型，再進行針對性的化學清洗。

在不能採用化學分析的情況下，可以根據SDI的測定情況，測試膜片上殘留物的顏色、密度，然後對污垢進行分類。例如：褐色殘留物可能是鐵污垢；白色殘留物可能是矽、砂質黏土、鈣垢等；晶狀體外形是無機膠體、鈣垢的特徵；生物污垢或者有機污垢，除了從氣味上分析判斷外，通常還可以看出這類污染物呈現黏稠狀。

1.3 清洗藥劑的選擇

化學清洗所選擇的藥劑和方式要根據原水水質的情況來確定：

- A. 原水水質硬度較高的，膜元件更容易結垢，一般使用酸性藥劑清洗；有機物含量較多的原水容易導致膜元件的有機物污染，一般使用鹼性藥劑清洗。
- B. 系統以鹽類結垢為主時，建議先酸洗後鹼清洗；當系統主要為有機物污染時，建議採用鹼洗、酸洗、再鹼洗的步驟。

污染物	化學清洗溶液	清洗條件
碳酸鹽垢	0.2%鹽酸HCl	溫度035 C; pH>2
	0.5%磷酸H ₃ P O ⁴	溫度035 C
	2.0%檸檬酸C ₆ H ₈ O ₇	溫度035 C; 用氨水調節 pH值為3
硫酸鹽垢	0.1%氫氧化鈉NaOH 1.0%EDTA四鈉 EDTA- 4Na	溫度0 30 C; pH012
	0.1%氫氧化鈉NaOH 0.025%十二烷基苯磺酸鈉 Na-DDBS	溫度30C; pH0 12
金屬氧化物	1.0%連二亞硫酸鈉Na ₂ S ₂ O ₄	溫度0 30°C; pH4-6
	0.5%磷酸H ₃ PO ₄	溫度0 30 C; pH>2
	2.0%檸檬酸C ₆ H ₈ O ₇	溫度030 C; 用氨水調節 pH值為3
膠體物	0.1%氫氧化鈉NaOH 0.025%十二烷基苯磺酸鈉 Na-DDBS	溫度0 12
有機物	0.1%氫氧化鈉NaOH 0.025%十二烷基苯磺酸鈉 Na-DDBS 0.2%鹽酸HCl	溫度0 30 第一步用 NaOH和Na- DDBS, pH 12; 第二步用HCl, pH>2
	0.1%氫氧化鈉 NaOH 1.0%EDTA四鈉 EDTA- 4Na 0.2%鹽酸HCl	溫度030 第一步用 NaOH和EDTA- 4Na, pH0 12; 第二步用HCl, pH>2
微生物	0.1%氫氧化鈉 NaOH 0.025%十二烷基苯磺酸鈉 Na-DDBS	溫度 030 0 12
	0.1%氫氧化鈉 NaOH	溫度0 012

1.4 清洗步驟

- 用產品水對膜系統進行低壓沖洗。
- 在清洗水箱中配置好相關清洗溶液（用產品水配制，控制清洗溶液 pH值和溫度）。
- 打開和關閉相應的閥門，使之形成一個循環藥洗管路；啟動清洗泵，將清洗溶液注入膜元件壓力容器中，即可開始循環清洗操作，一次循環清洗的時間為（1- 2）小時。
- 循環清洗開始5分鐘，按設定流量1/3的量進行循環清洗，之後每10分鐘左右，循環流量由設定量的 2/3逐漸提升到滿額流量進行循環。
- 當第一次清洗完畢後，必須用產品水將膜元件沖洗乾淨，再換用另外一種清洗溶液進行清洗。
- 實時檢測濃水的濁度和pH值，當變濁或 pH值變化超過0.5個單位，則應補充或重新配制清洗溶液。

- G. 清洗完畢後，先低壓沖洗系統，逐漸排氣升壓，直到產水合格。
- H. 如果膜元件堵塞嚴重，或者經過清洗產水量恢復不明顯，可以將清洗溶液重新泵入膜元件壓力容器中，讓清洗溶液保留在膜殼中浸泡膜元件（6-12）小時，再進行循環清洗。
- I. 對於”多段系統”的清洗，沖洗和浸泡過程可在所有段同時進行；但高流量的循環清洗過程須分段進行，以方便控制每段清洗時的循環流量。

1.5 清洗注意事項

- A. 在化學清洗開始前，應確保配制清洗溶液的化學品得到充分的溶解和混合。
- B. 對膜系統採用”低壓大流量”進行清洗會出現高壓降，應注意：單支元件進水與濃水允許的最大壓降為0.1 MPa 或15psi，對於多元件壓力容器最大允許壓降為0.35MPa或50psi。
- C. 清洗PH極限值：當清洗溶液 pH=1 或13時，可高效清洗垢類、有機化合物和生物膜，在該極限PH值的清洗情況下，必須控制清洗過程的清洗溶液溫度，才得以保證膜元件不受到破壞。
- D. 清洗溫度極限值：常規化學清洗時，清洗溶液溫度宜控制在（30- 35）C；極限清洗時，需要將清洗溶液溫度控制在30 C以內；盡量避免在低溫環境下進行化學清洗，宜使清洗溶液溫度>20 C，以保障清洗效率和防止沉澱。
- E. 化學清洗後，在恢復膜系統正常運行前，必須用系統產水或達到膜系統進水要求的水對膜系統進行沖洗，待將系統內的清洗溶液殘液完全沖洗乾淨後，化學清洗才算完成。

2. 膜系統消毒

2.1 膜系統消毒

為避免細菌繁殖，需定期或在系統長時間停機前對膜系統進行消毒，建議採用1.0%濃度的亞硫酸氫鈉溶液進行浸泡。

2.2 消毒注意事項

- A. 配制消毒溶液的水，必須沒有游離氯或其它氧化劑。
- B. 避免使用氧化性消毒藥劑，可能造成膜元件氧化性破壞。

第四章膜系統故障和排除

反滲透和納濾膜系統常見故障包括：初裝性能異常和穩定運行後的系統性能衰減。主要表現在：

- A. 系統的標準化脫鹽率降低。
- B. 系統的標準化產水量變化。
- C. 系統運行壓力（壓差）異常變化。

系統性能的異常變化需要在標準化運行數據前提下分析，以排除各種外界影響因素。通過標準化數據的異常變化來判斷異常可能發生的原因及位置，進一步測試來確定異常原因，並採取相關處理措施。膜系統故障或異常的現象主要有：

1. 膜元件選型、系統設計失誤

常見的系統初裝性能異常主要表現在產水量、脫鹽率等異常方面。很大部分的初裝異常與膜元件選型及系統設計失誤有關。常見異常有：因原水含鹽量過高，造成系統產水量無法滿足設計要求；膜元件選型（尤其納濾膜元件）造成的系統脫鹽率過低或過高（某些礦泉水項目）等。因此，必須要了解原水情況及使用者的系統產水要求，必要情況下需實驗確定。

2. 溫度影響

溫度是影響膜元件產水量的主要原因之一。受分子活性影響，溫度越高，水的黏度降低（溫度校正系數增大），水通量上升。在某些地區，冬季氣溫低，可能會造成系統進水的溫度降低，從而影響系統的產水量。因此，建議在系統的設計上，要考慮溫度影響，可增設熱交換裝置或根據實際情況，選擇合適的高壓泵。

3. 顆粒懸浮物污染

顆粒懸浮物污染主要發生在預處理故障或預處理設計缺陷情況下。如多界質過濾器沖洗不完全、劣質濾材、超濾斷絲故障、原水突變造成的預處理癱瘓等原因。故障發生位置為膜元件一段前端（靠近高壓泵端）。其主要系統運行數據表現方式為：

標準化產水量	下降
標準化脫鹽率	下降或正常
標準化壓差	增大
故障位置	主要在一段前端

顆粒污染物污堵照片：



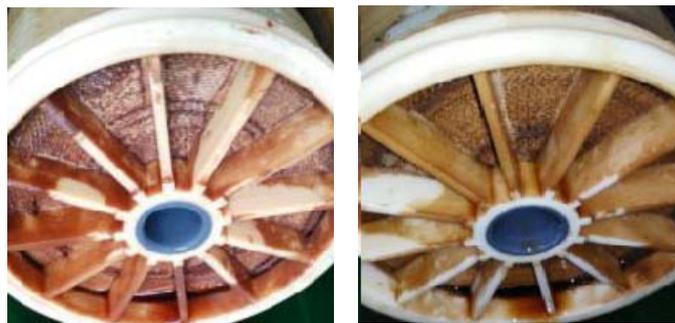
當顆粒污染發生時，需立即檢查預處理是否完善，原水是否存在突變情況；並根據實際情況進行相應處理措施，確保膜系統進水滿足進水水質要求。詳請可參考：第五章《膜系統進水水質要求》。

4. 有機物污染

有機物污染主要發生在以原水為地表水、中水、廢水或被污染了的地下水為水源的系統。可以通過檢測原水COD、BOD₅來確認。有機物污染可發生在任何一段，一般可採用鹼洗來恢復系統性能。其主要系統運行數據表現方式為：

標準化產水量	下降
標準化脫鹽率	升高或不變
標準化壓差	正常
故障位置	任何位置

有機物污染照片：



有機物污染一般會有微生物污染伴隨發生，通常可以採用鹼洗方案來恢復系統性能。詳請可參考：第三章《膜系統清洗》。針對有機物污染可採用更換預處理濾材等方案來緩解，並且需要完善預處理，防止有機物污染的發生。

5. 膠體污染

膠體污染較多發生在以地表水、被污染的淺層地下水為水源的系統。一般來說可通過原水的SDI值來判斷。如果原水SDI值較高，膜元件產生膠體污染的可能性就很大。其主要系統運行數據表現方式為：

標準化產水量	下降
標準化脫鹽率	正常或稍有降低
標準化壓差	增大
故障位置	主要在一段前端

膠體污堵照片：



嚴重的膠體污染一般很難清洗，針對不同的膠體污染需根據實際情況採用不同的清洗方案。詳情可參考：第三章《膜系統清洗》。膠體污染發生時，首要確認預處理（多界質過濾器、超濾系統）系統等是否存在失效或超負荷情況，並根據實際情況來對預處理系統進行優化。

6. 微生物污染

微生物污染為系統最常見污染之一，主要發生在以原水為地表水、中水、廢水或被污染了的地下水為水源的系統，一般同時會伴有有機物污染（為微生物繁殖提供養分）。該異常一般通過原水或產水中的總菌落數來進行確認。其主要系統運行數據表現方式為：

標準化產水量	下降
標準化脫鹽率	正常或稍有降低
標準化壓差	增大
故障位置	任何位置

微生物污堵照片：



一般通過藥洗及消毒來解決微生物污染異常。詳情可參考：第三章《[膜系統清洗](#)》。因微生物繁殖性強，必須找到污染源進行針對性殺菌處理，否則短時間內，微生物會再次大量繁殖，造成系統重複性污堵。

7. 金屬氧化物污染

金屬氧化物污染一般發生在原水中含有鐵離子、錳離子、鋁離子等的系統中；某些採用未經處理的鑄鐵管道供水的系統，也會發生金屬氧化物污堵。污染主要發生在膜系統的前端位置。其主要系統運行數據表現方式為：

標準化產水量	下降
標準化脫鹽率	降低
標準化壓差	正常或增大
故障位置	主要在一段前端

鐵污染照片：



鐵污染一般可採用檸檬酸或連二亞硫酸鈉來針對清洗。詳情可參考：第三章《[膜系統清洗](#)》。對於金屬氧化物污染，需要根據實際情況採用錳砂過濾等氧化—過濾設備或其它去除金屬氧化物的預處理方法。

8. 無機鹽結垢

無機鹽結垢為系統最常見污染之一，主要發生原理為濃水中的難溶鹽達到飽和，析出後沉積在膜的表面，主要發生在膜系統的末端。在某些情況下，結垢可能在很短的時間內（幾個小時甚至更短）發生。其主要系統運行數據表現方式為：

標準化產水量	下降
標準化脫鹽率	降低
標準化壓差	增大
故障位置	膜系統末端

結垢照片：



常見結垢物原有碳酸鈣、硫酸鈣、硫酸鋇、硫酸鋇、氟化鈣、磷酸鈣、矽酸鹽等，可針對不同的結垢物質採用不同的清洗方案。詳情可參考：第三章《膜系統清洗》。嚴重的結垢有可能對膜元件造成不可逆的損傷。一般可採用離子交換、添加阻垢劑、降低回收率、降低原水pH等方法來控制結垢的發生。

9. O型圈洩漏

O型圈洩漏一般發生在系統初裝調適階段或後期運行突然發生。其主要表現為系統脫鹽率突降，可通過檢測單支膜殼產水電導率來確認，並通過探針法實驗來確認異常點。其主要系統運行數據表現方式為：

標準化產水量	上升
標準化脫鹽率	降低
標準化壓差	不變或降低
故障位置	任何位置

O型圈洩漏照片：



O型圈洩漏主要為膜元件安裝時密封圈潤滑不良或膜元件安裝不當（膜元件在膜殼中滑動）造成。

10. 膜元件氧化

膜元件氧化一般發生採用自來水、循環水、受污染的地下水、中水等為原水的系統，某些情況下的氧化性殺菌劑後續處理不當、原水中有六價鉻、高錳酸鉀等物質會造成膜元件氧化破壞。其主要系統運行數據表現方式為：

標準化產水量	上升
標準化脫鹽率	降低
標準化壓差	正常
故障位置	任何位置，膜系統前端更嚴重

膜元件氧化為膜元件不可逆損傷，無法通過清洗等恢復性能，只能更換膜元件。因此，必須嚴格監控原水中的ORP、餘氯等指標，加好還原劑，保證膜系統和膜元件進水水質滿足進水水質要求。詳情請參考：第五章《膜系統進水水質要求》。

11. 其他異常

11.1 膜元件背壓

主要表現在產水側壓力過大（純水管路壓力大或系統操作失誤），造成膜片分離層剝離，原水從膜片剝離處進入純水系統，造成系統脫鹽率大幅下降。其系統異常表顯類似於O型圈洩漏，可通過探針法確認異常位置。膜元件背壓可發生在任何位置。

11.2 壓差過大、水錘沖擊

膜元件污堵後，一般會發生膜元件壓差增大現象。壓差過大時，可能會對膜元件的抗應力器及膜元件玻璃鋼外殼產生破壞（爆裂或破碎）或膜元件濃網被沖出，該損壞的產生可能短時間內不會造成系統脫鹽率的變化，但會影響膜元件的使用壽命。針對此類問題，我們建議完善預處理，降低膜元件產生污堵的可能；高壓泵採用緩啟動等方案，降低水錘對膜元件的沖擊。

11.3 潤滑劑

石油類潤滑劑、洗滌劑等因成分複雜，可能會存在損傷膜元件中心管的可能，因此我們建議採用甘油（丙三醇）或純水做潤滑劑。

12. 常見故障分析與處理

12.1 常見故障原因分析及解決方法

序號	產水量變化	脫鹽率變化	壓差變化	故障原因	解決方法
1	下降	上升	不變	水錘致膜壓實	更換膜元件，改善系統
2	下降	穩定	不變	有機物污染	清洗膜系統，改善預處理
3	下降	緩慢下降	升高	微生物污染	清洗、消毒，改善預處理
4	下降	下降	升高	結垢或膠體污染	清洗，改善預處理
5	升高	下降	不變	Q型圈洩漏	檢查或更換Q型圈
6	升高	下降	不變	背壓或氧化	更換膜元件

12.2 常見系統污染判定

序號	汙染類別	進膜壓力變化	壓差變化	脫鹽率變化	可能汙染位置
1	無機鹽垢	升高	升高	下降	末段，最末端膜元件
2	有機物污染	升高	維持	上升或維持	所有段膜元件
3	金屬氧化物污染	迅速升高	迅速升高	迅速下降	一段，最前端膜元件
4	生物污染	迅速升高	迅速升高	緩慢下降	任何位置膜元件
5	膠體污染	緩慢升高	緩慢升高	緩慢下降	一段，最前端膜元件
6	阻垢劑污染	升高	升高	下降	末端元件
7	聚合矽沉積物	升高	升高	下降	末段，最末端膜元件

12.3 故障分析步驟

1. 確認膜系統是否運轉異常。
2. 確認膜系統是否長時間停機，是否做了停機維護。
3. 確認膜系統預處理或化學加藥系統是否正常。
4. 確認膜系統是否在適當的進水溫度、TDS或pH條件下使用。
5. 確認膜系統進水流量和水回收率是否正常。
6. 確認膜系統壓差（進水壓力－濃水壓力）是否正常。
7. 確認所有的儀器儀表是否已校正。
8. 對產水流量和產水水質進行標準化計算。

9. 逐段及逐個壓力容器測量產水水質。
10. 檢查每支壓力容器密封件有無損壞。
11. 檢測膜系統進水的保安過濾器是否含有污染物。
12. 檢查膜元件是否被污染或損壞。
13. 採樣並分析膜系統進水、濃水和各段產水及總產水水質數據。
14. 將分析所得水質數據與膜系統設計的計算值相比較。
15. 以標準化後產水水質、流量及壓降的變化為基礎，確定可能的污染物。
16. 對預測的污染物、結垢物質進行清洗。
17. 分析清洗液中所含的污染物及清洗液的顏色和pH值變化。
18. 將膜元件送出進行非破壞性的分析，並確定清洗方案。
19. 進行膜元件解剖分析和實驗室分析以確定污染物。

An Clean

第五章膜系統進水水質要求

懸浮物	濁度	< 1.0NTU	淤泥、膠體污染	絮凝沉澱、過濾、微濾、超濾
	SDI ₁₅	<5.0		
金屬氧化物	鐵(mg/L)	< 0.05	鐵污染	氧化+沉澱或過濾
	錳(mg/L)	<0.05	錳污染	使用分散劑
結垢物質	CaCO ₃	LSI<0	結垢	降低回收率、降低進水pH、添加阻垢劑
	矽(mg/L)	<20		
	其他難溶鹽	/		
有機物	油	0	有機物、油污污染	氣浮、吸附
	TOC(mg/L)	<5	有機物、微生物污染	活性炭吸附、過濾
	COD _{Cr} (mg/L)	<15		
	BOD ₅ (mg/L)	<10		
pH		3-10	過低和過高的pH會加快膜老化速度	添加酸鹼調節
溫度		5- 45°C	低溫易使難溶鹽結垢 高溫加快膜老化速度	熱交換器
氧化劑	餘氯(mg/L)	<0.1	膜元件被氧化	還原劑、活性炭吸附
	臭氧及其他	0		

說明：

- 膜本身具有一定的抗餘氯能力，在不同的溫度、pH等條件下，餘氯對芳香聚酰胺膜的破壞速度也不同，必須保持系統進水餘氯含量<0.1mg/L。
- 鐵和錳在水中通常以二價溶解狀態存在或以三價非溶解氫氧化物形成存在，如果原水中鐵、錳濃度大於0.05mg/L並且被空氣或氧化劑氧化為 Fe(OH)₃ 和Mn(OH)₂，當pH值偏高時會在系統中形成沉澱。
- 矽存在大多數自然水體中，濃度從 (1- 100) mg/L，且水體pH低於9.0時主要以Si(OH)₄存在，pH低時，矽酸可以聚合形成矽膠體，當pH高於9.0時，會分離成SiO₃²⁻離子，而且會和鈣、鎂、鐵 或鉛形成水合物沉澱。
- 鹼度主要由HCO₃⁻形成，當pH高於8.3時，HCO₃⁻將轉變為CO₃²⁻存在，原水在反滲透和納濾膜系統中被濃縮，CaCO₃容易結垢沉澱在系統中。
- 以上項目允許值一項或幾項超標時，可能對膜元件造成以下影響，甚至報廢：
 - 膜元件受到餘氯氧化、金屬氧化物污染。
 - 懸浮物污堵膜元件，並可能導致膠體污染。
 - 有機物及微生物等污染，導致出水COD_{Cr}值升高。

附件1:反滲透膜元件溫度校正係數表

5	2.014	2.007	2.000	1.993	1.986	1.979	1.972	1.965	1.958	1.951
6	1.944	1.938	1.931	1.924	1.917	1.911	1.904	1.897	1.891	1.884
7	1.878	1.871	1.865	1.858	1.852	1.845	1.839	1.832	1.826	1.819
8	1.813	1.807	1.800	1.794	1.788	1.782	1.775	1.769	1.763	1.757
9	1.751	1.745	1.738	1.732	1.726	1.720	1.714	1.708	1.702	1.696
10	1.690	1.685	1.679	1.673	1.667	1.661	1.655	1.650	1.644	1.638
11	1.632	1.627	1.621	1.615	1.610	1.604	1.598	1.593	1.587	1.582
12	1.576	1.571	1.565	1.560	1.554	1.549	1.543	1.538	1.533	1.527
13	1.522	1.517	1.511	1.506	1.501	1.496	1.490	1.485	1.480	1.475
14	1.470	1.464	1.459	1.454	1.449	1.444	1.439	1.434	1.429	1.424
15	1.419	1.414	1.409	1.404	1.399	1.394	1.390	1.385	1.380	1.375
16	1.370	1.365	1.361	1.356	1.351	1.346	1.342	1.337	1.332	1.328
17	1.323	1.319	1.314	1.309	1.305	1.300	1.296	1.291	1.287	1.282
18	1.278	1.273	1.269	1.264	1.260	1.255	1.251	1.247	1.242	1.238
19	1.234	1.229	1.225	1.221	1.217	1.212	1.208	1.204	1.200	1.195
20	1.191	1.187	1.183	1.179	1.175	1.171	1.166	1.162	1.158	1.154
21	1.150	1.146	1.142	1.138	1.134	1.130	1.126	1.122	1.119	1.115
22	1.111	1.107	1.103	1.099	1.095	1.091	1.088	1.084	1.080	1.076
23	1.073	1.069	1.065	1.061	1.058	1.054	1.050	1.047	1.043	1.039
24	1.036	1.032	1.028	1.025	1.021	1.018	1.014	1.011	1.007	1.004
25	1.000	0.997	0.993	0.990	0.986	0.983	0.979	0.976	0.972	0.969
26	0.966	0.962	0.959	0.956	0.952	0.949	0.946	0.942	0.939	0.936
27	0.932	0.929	0.926	0.923	0.919	0.916	0.913	0.910	0.907	0.903
28	0.900	0.897	0.894	0.891	0.888	0.885	0.882	0.879	0.875	0.872
29	0.869	0.866	0.863	0.860	0.857	0.854	0.851	0.848	0.845	0.842
30	0.839	0.837	0.834	0.831	0.828	0.825	0.822	0.819	0.816	0.813
31	0.811	0.808	0.805	0.802	0.799	0.797	0.794	0.791	0.788	0.785
32	0.783	0.780	0.777	0.775	0.772	0.769	0.766	0.764	0.761	0.758
33	0.756	0.753	0.751	0.748	0.745	0.743	0.740	0.737	0.735	0.732
34	0.730	0.727	0.725	0.722	0.720	0.717	0.715	0.712	0.710	0.707
35	0.705	0.702	0.700	0.697	0.695	0.692	0.690	0.688	0.685	0.683
36	0.680	0.678	0.676	0.673	0.671	0.669	0.666	0.664	0.662	0.659
37	0.657	0.655	0.652	0.650	0.648	0.646	0.643	0.641	0.639	0.637
38	0.634	0.632	0.630	0.628	0.626	0.623	0.621	0.619	0.617	0.615
39	0.613	0.610	0.608	0.606	0.604	0.602	0.600	0.598	0.596	0.594

說明：某溫度下實際產水量= 下的標準產水量 ÷該溫度下的校正係數

附件2: 膜行業常用單位及換算關係

- 系統實際脫鹽率：[1- (產水TDS值 ÷ 進水TDS 值)] x 100%
- 系統回收率：(系統產水量 ÷ 系統進水量) X 100%
- 膜通量：單位時間內，單位膜面積的水透過量

序號	項目	單位				
		1	2	3	4	5
1	體積	L	gal(US)	M ³	mL	cc(cm ³)
2	長度/厚度	cm	mm	μm	inch	mil
3	面積	M ²	Ft ²			
4	流量	M ³ /h	GPD	GPM	L/h	LPM
5	壓力	bar	psi	MPa	kg · f/cm ²	
6	電導率	μS/cm	mS/cm	S/m	mS/m	
7	通量	gfd	L/M ² ·h(LMH)			
8	質量	kg	g	lb		
9	溫度	°C				
10	溶液濃度	mg/L	mmol/L			

體積：	1L	= 0.2642gal(US)	= 0.001m ³	= 1000mL	= 1000cc(cm ³)
長度/厚度：	1cm	= 10mm	= 10000μm	= 0.3937inch	= 393.70mil
面積：	1m ²	= 10.7639 Ft ²			
流量：	1m ³ /h	= 6340.13GPD	= 4.4029GPM	= 1 000L/h	= 16.6667LPM
壓力：	1bar	= 14.5038psi	= 0.1MPa	= 1.0197kg · f/cm ²	
電導率：	1μS/cm	= 0.001 mS/cm	= 0.0001S/m	= 0.1mS/m	
通量：	1gfd	= 1.6977L/m ² · h(LMH)			
質量：	1kg	= 1000g	= 2.20461b		
溫度：	F	= 32 + 1.8 x			
溶液濃度：	mg/L	= 相對分子質量 x mmol/L			

- TDS(Total Dissolved Solids)即總溶解固體，用來衡量水中所有離子的總含量，通常用ppm表示。
- ppm(parts per million)即百萬分率； ppm濃度是用溶質質量占全部溶液質量的百萬分比來表示的濃度，也稱百萬分比濃度； ppm濃度常用於濃度非常小的情況，對於溶液， ppm一般指質量濃度， ppm 即 mg/L。

石化、熱電、電力
超純水設備和回用
鍋爐補給水設備

電鍍、煤化工、冶金
生產水設備
生產廢水設備

環保、造紙、紡織印染
中水回用
垃圾滲濾液和汙廢水處理達標排放
廢水脫色、脫 COD

生物製藥
物料分離和濃縮

城市供水
海水淡化
飲用水、直飲水

食品、飲料、乳製品
生產純水設備

ADD: No. 27, Minguan St., Bade Dist.,

Taoyuan City 334007 , Taiwan

TEL:+88633682911 FAX:+88633682915