

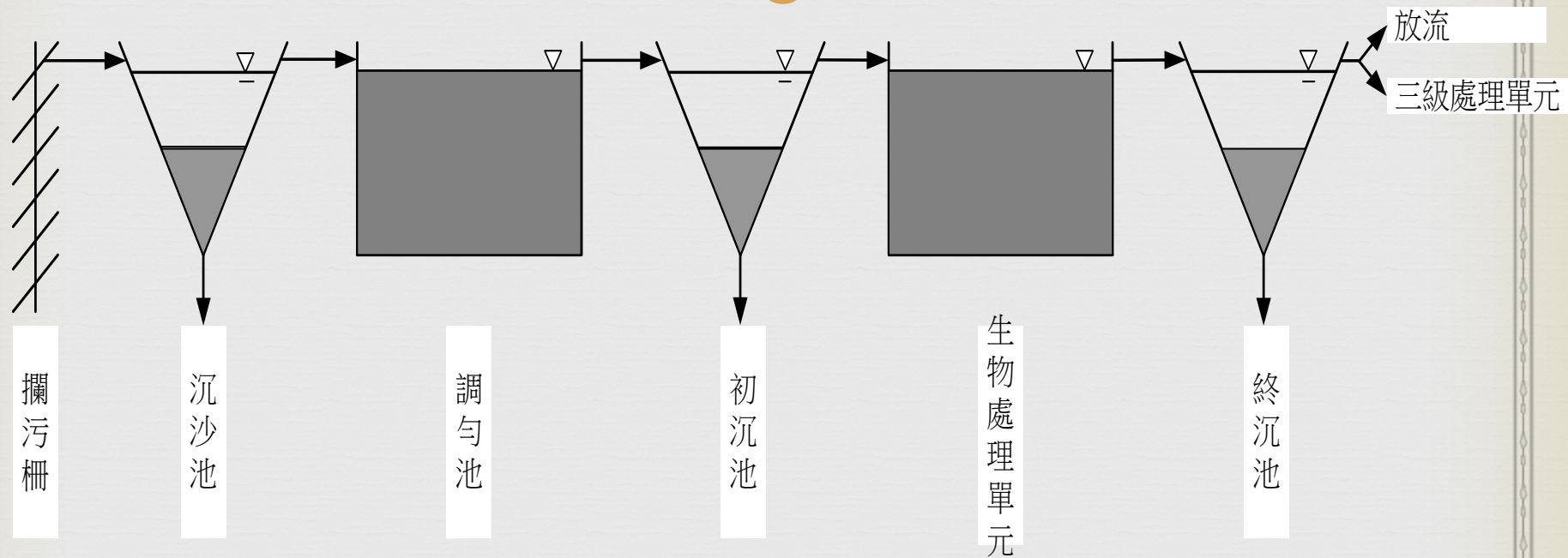
薄膜技術於水處理的應用



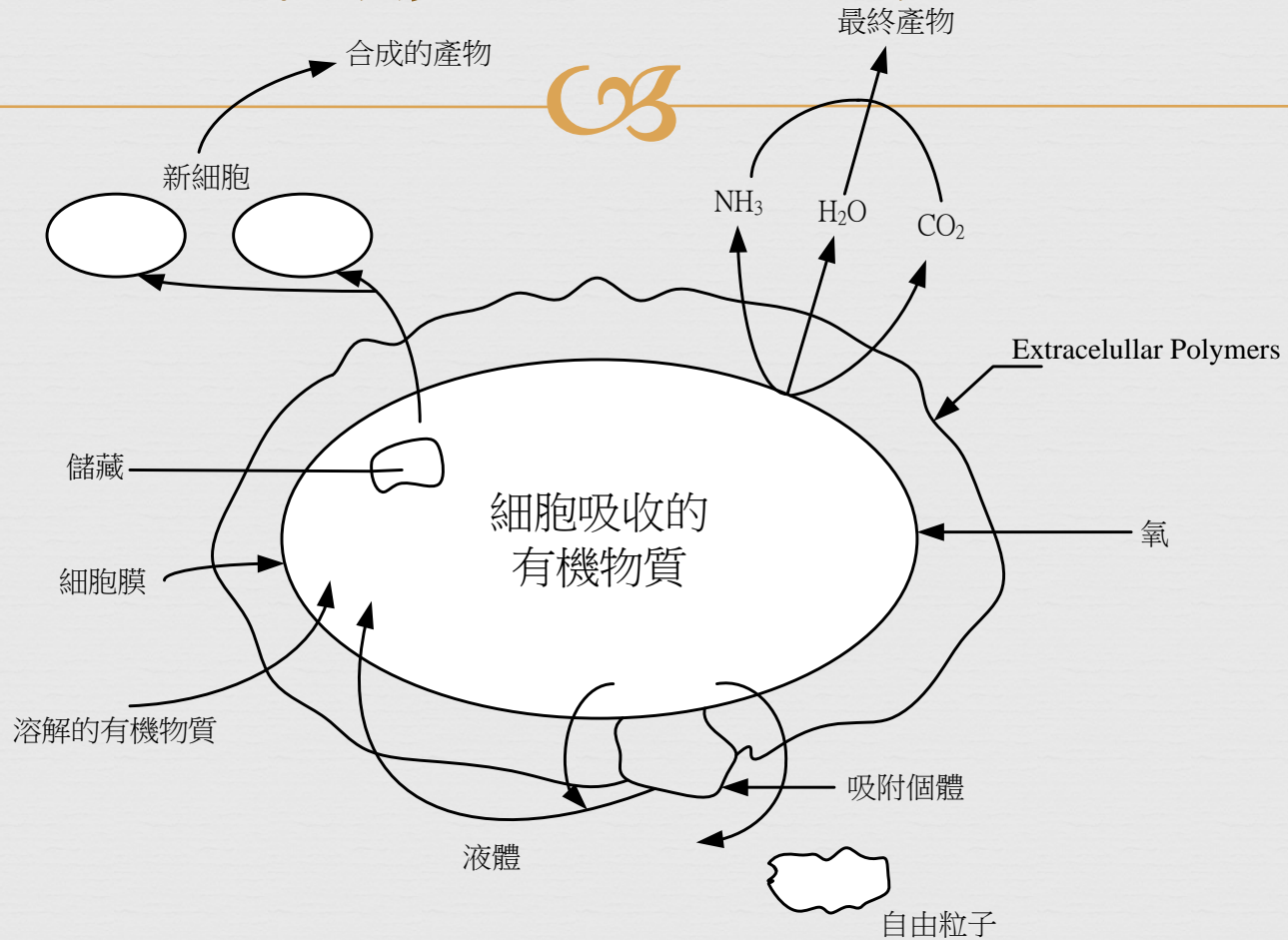
游勝傑

中原大學生物環境工程系

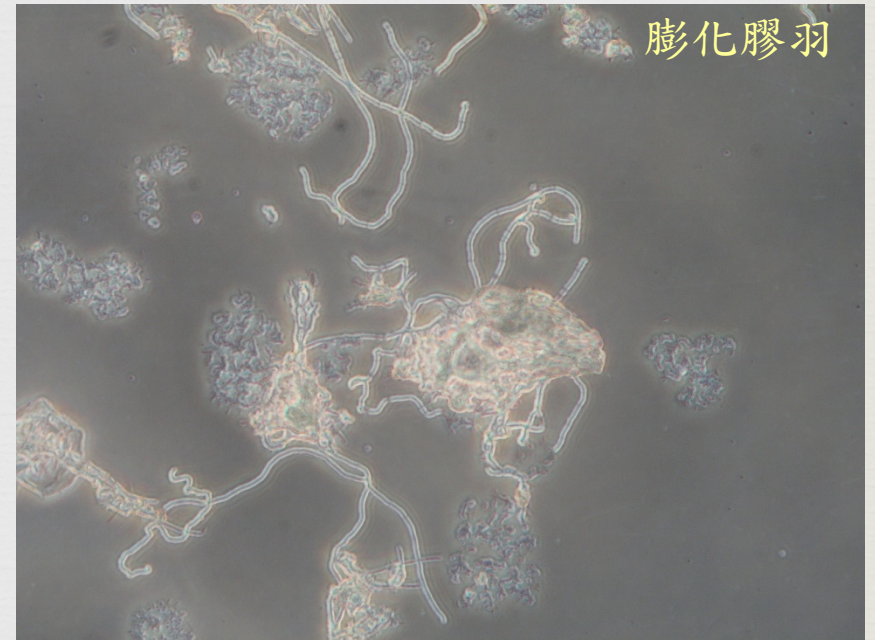
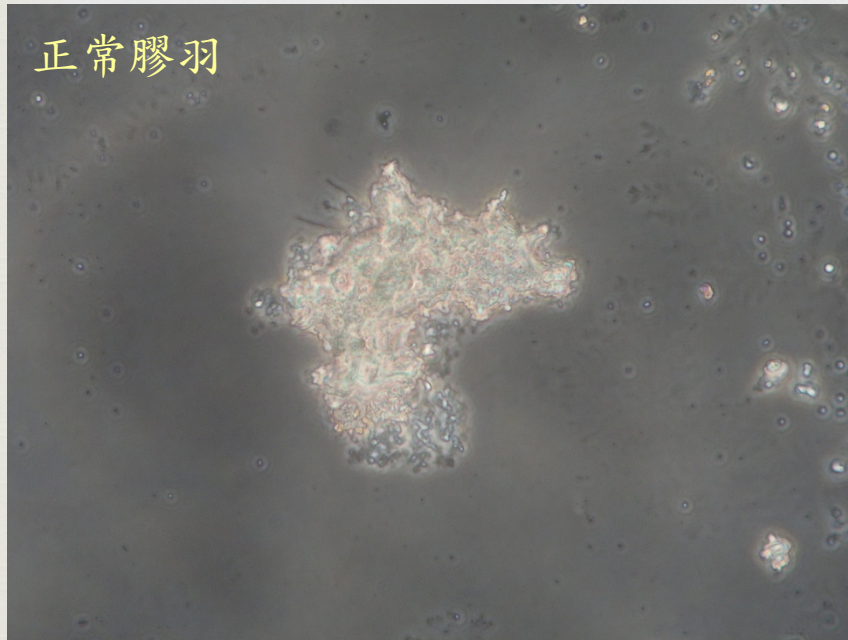
典型都市污水處理流程



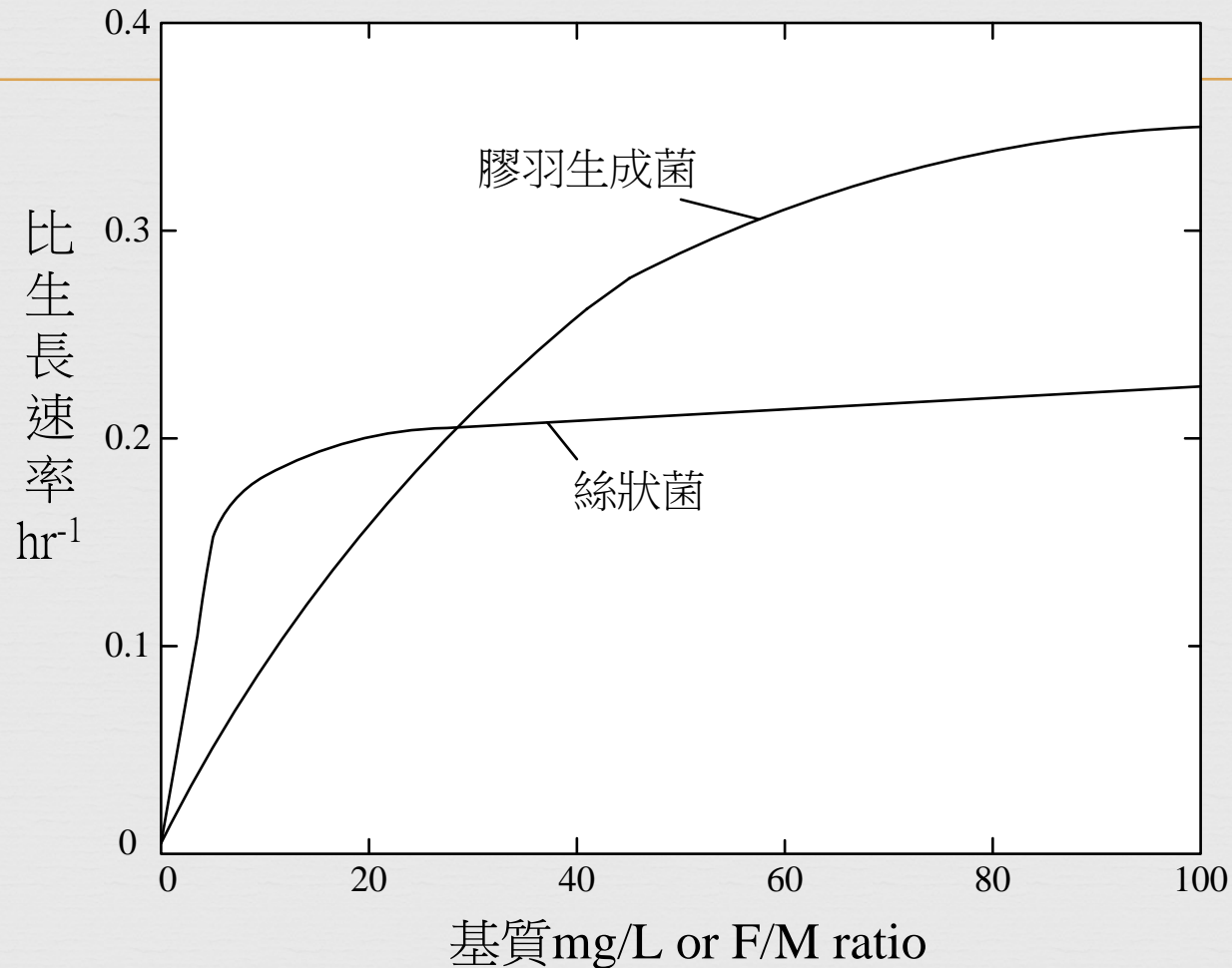
生物處理法原理



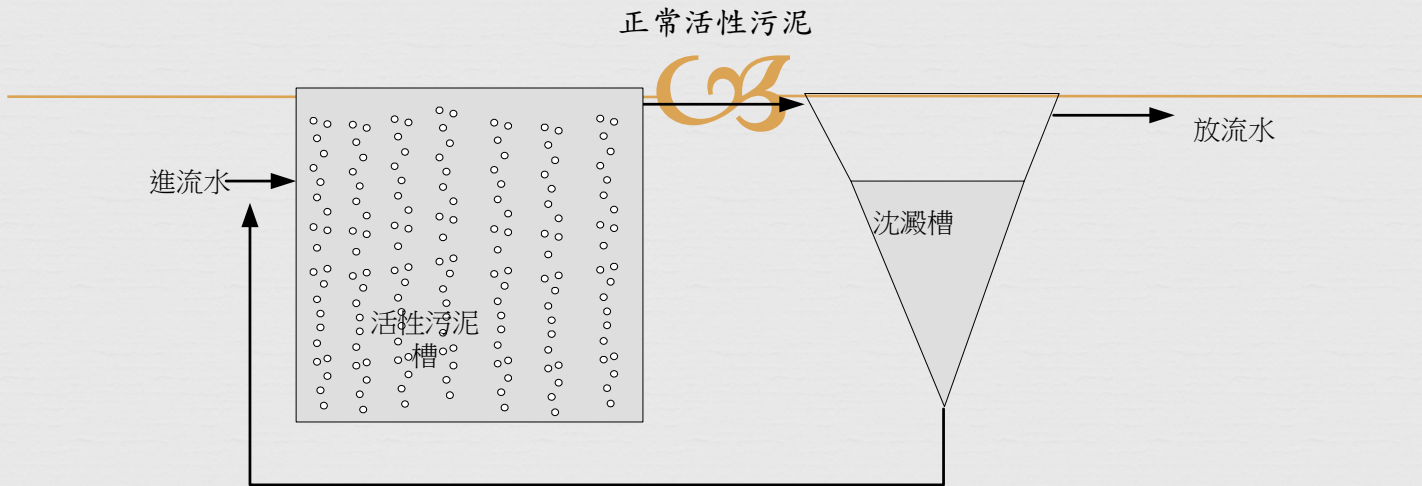
活性污泥膠羽 (400X)



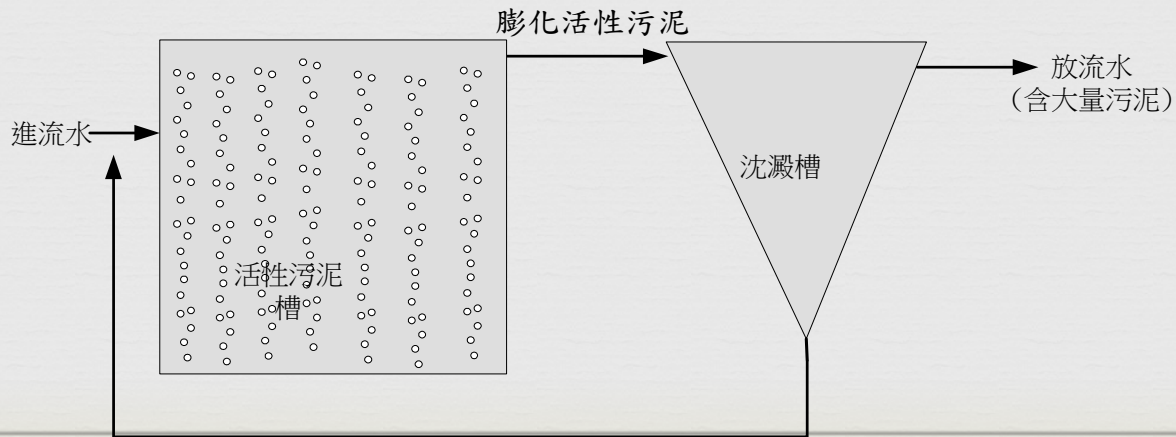
絲狀菌與膠羽形成菌的競爭



膨化所造成的影響

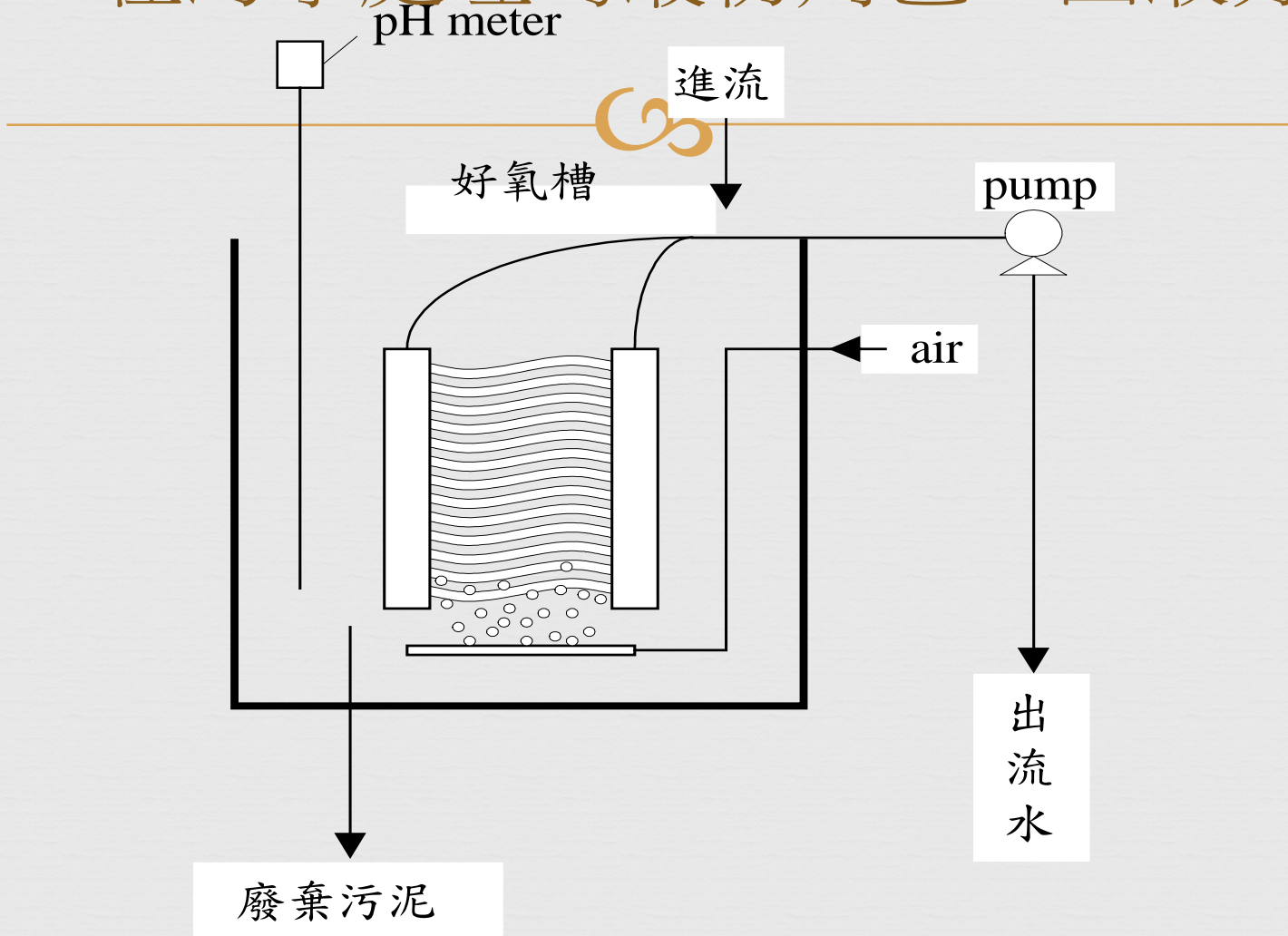


迴流污泥



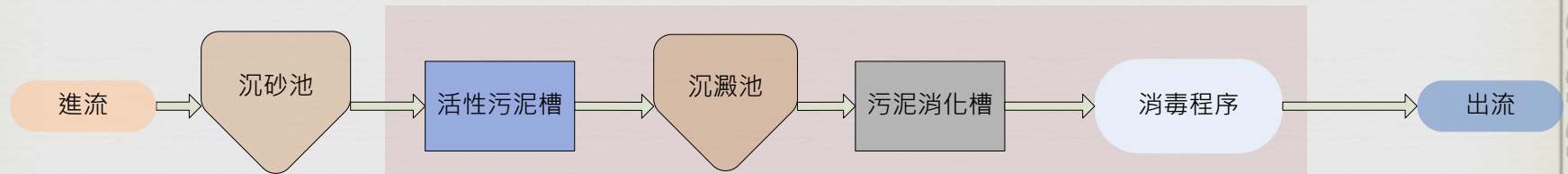
迴流污泥

MBR在污水處理的最初角色－固液分離

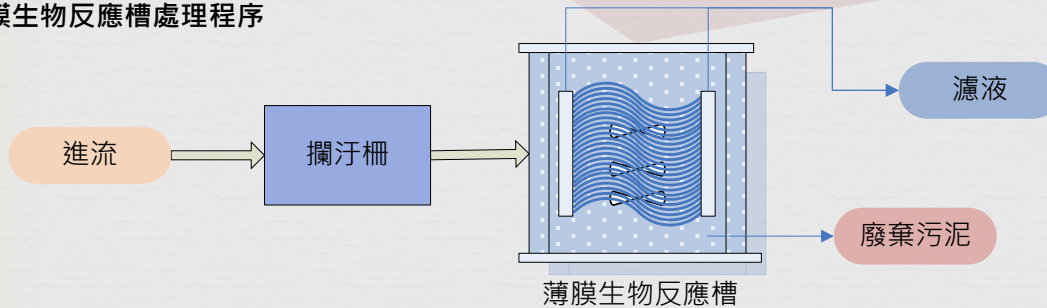


MBR可取代沉澱池之後所有單元

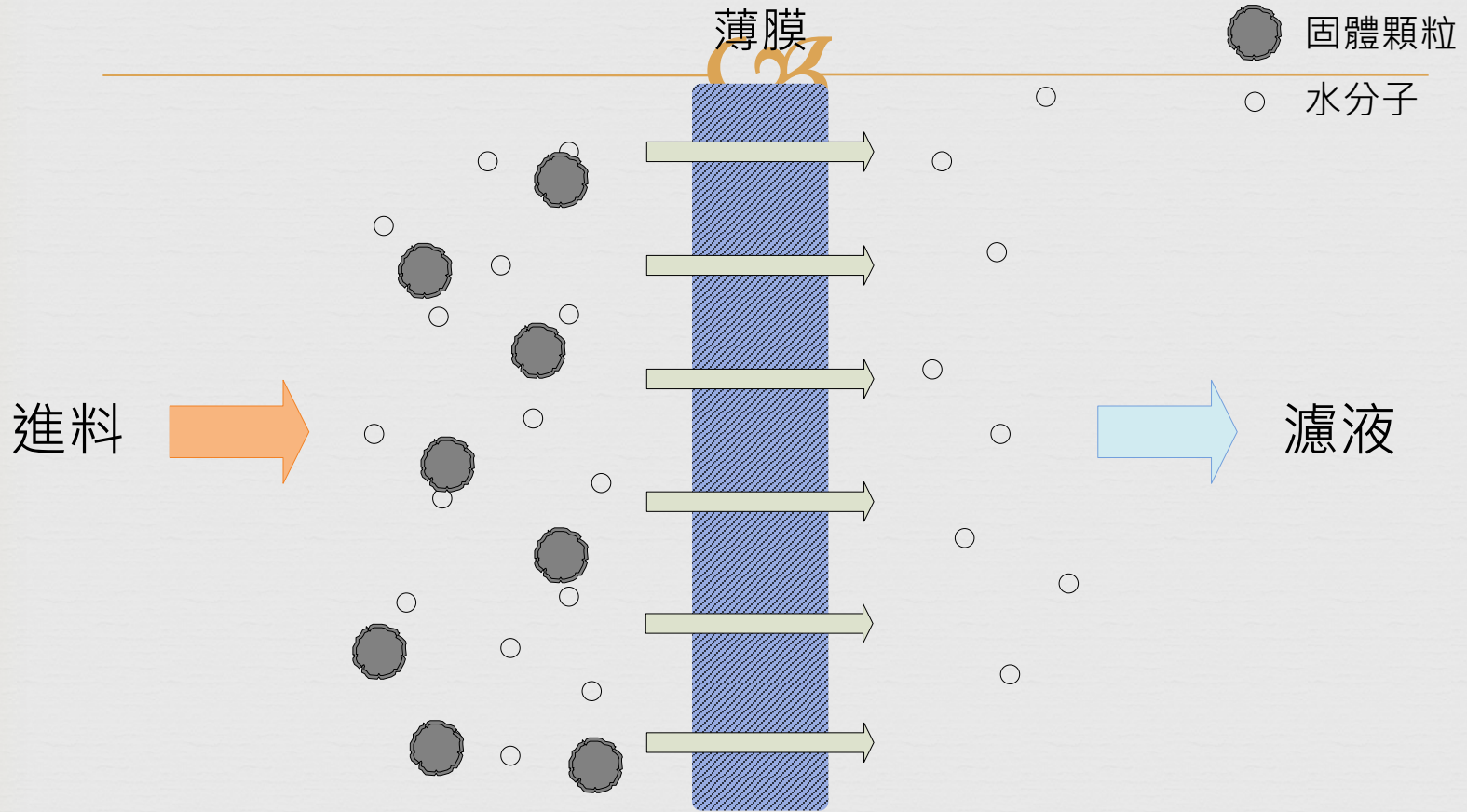
傳統活性污泥法處理流程



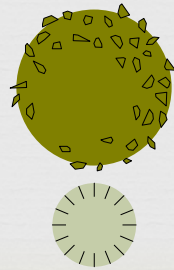
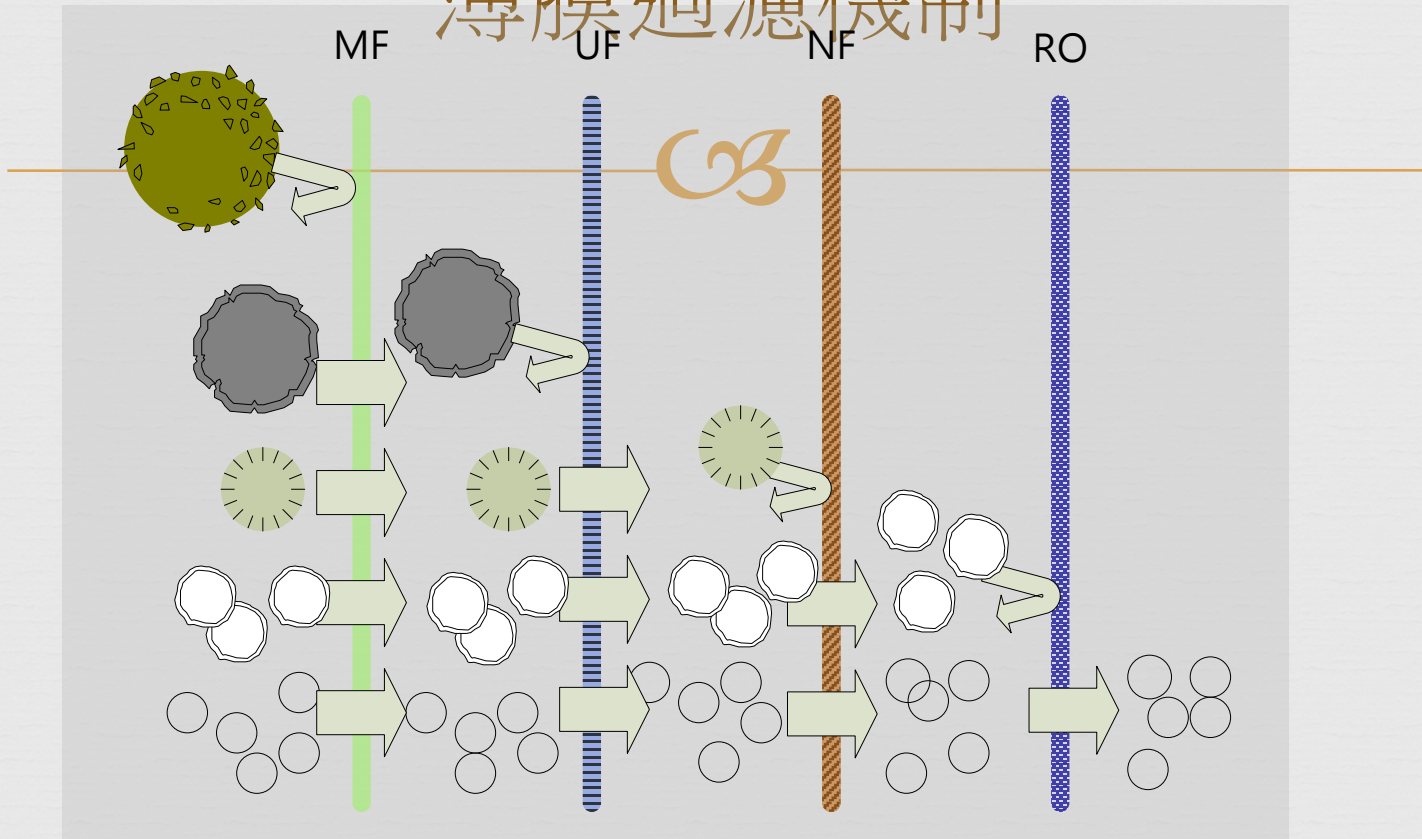
薄膜生物反應槽處理程序



薄膜過濾機制

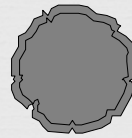


薄膜過濾機制



懸浮固體物

巨分子



多價離子



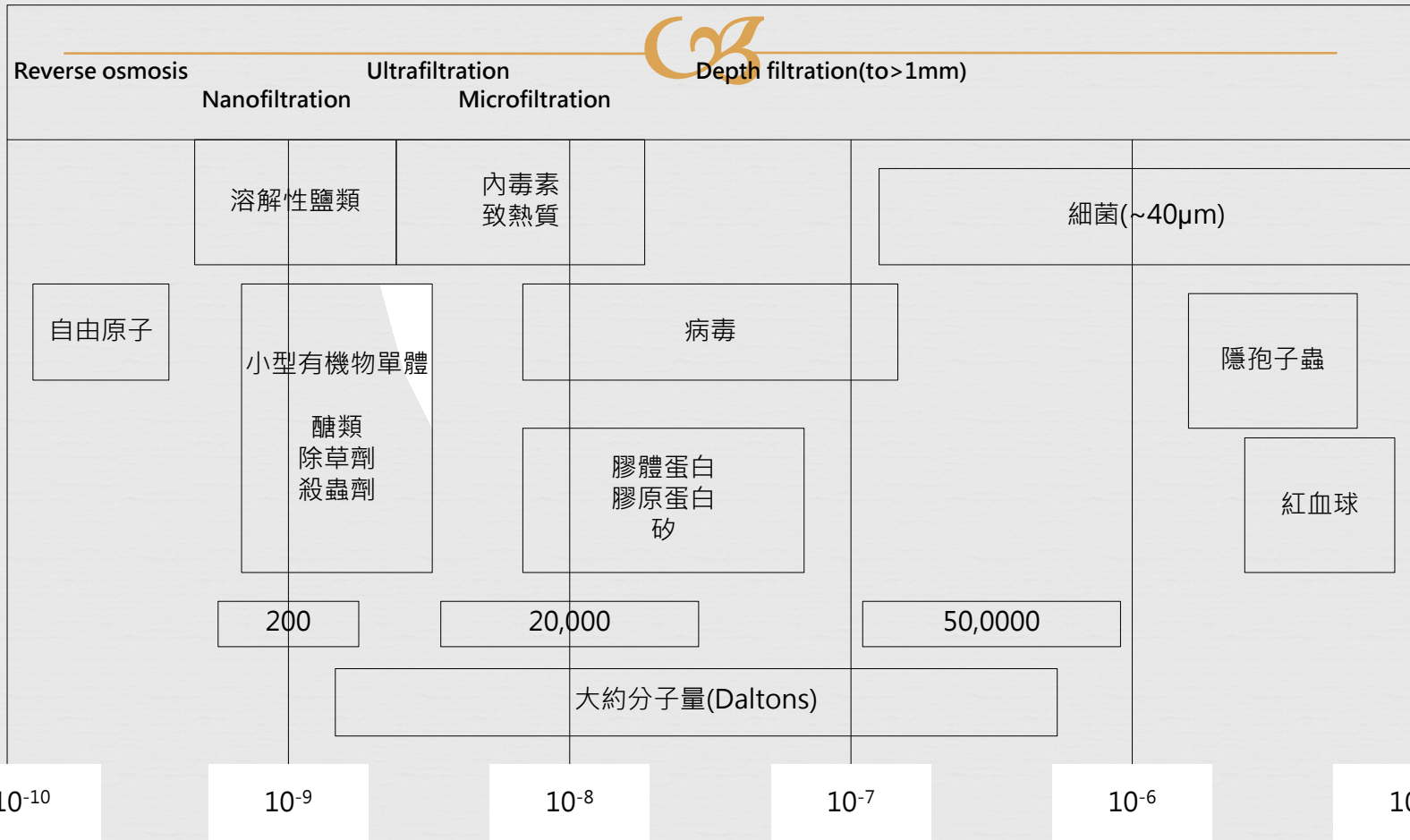
單價離子



水分子

各種薄膜對特定物質之分離範圍

單位；公尺



以孔洞大小之薄膜分類

緻密性薄膜

多孔性薄膜

逆滲透

(reverse osmosis, RO ; 或稱為
hyperfiltration, HF)

藉由溶劑與溶質分別於水中具有不同之水溶解度及擴散速率之特性來達到分離。

電透析

(electric dialysis, ED)

藉由溶質離子之離子大小、電荷密度以及電荷數之不同，以離子交換膜進行分離。



超過濾

(ultrafiltration, UF)

藉由膜孔大小將大型溶質、溶解性溶質、大分子以及懸浮膠體顆粒加以分離。

微過濾

(microfiltration, MF)

藉由膜孔大小將水中之懸浮固體予以分離 (大多應用於MBR之固體分離或用於MABRs之曝氣單元)

奈米過濾 (nanofiltration, NF)

以往視為有漏洞的逆滲透膜。主要透過結合電荷排斥、溶解度擴散行為及篩除等作用達到分離之效果。

薄膜材料

僅限於高分子聚合材料

高分子聚合材料及無機材料

以材料進行薄膜分類

聚合物質

優點

缺點

醋酸鹽 (Cellulose acetate, CA)	低成本，具抗鹼性，助溶劑	絕熱性低，抗化學性弱
聚磺酸鹽 (Polysulphone, PSF)	可使蒸汽滅菌，具pH resistant，助溶劑	抗碳水化合物能力低
聚丙烯 (Polypropylene, PP)	抗化學性強	表面經改質後具有疏水特性
聚偏氟乙烯 (Polytetrafluoroethylene, PTFE)	高疏水性，有效攔截有機物，抗化學性強，可滅菌	高疏水性，成本昂貴
聚醯胺樹脂 (Polyamide, PA)	絕熱效果好，抗化學性強	容易與鹼作用
聚偏二氟乙烯 (Polyvinylidene fluoride, PVDF)	耐酸性、強度好、抗化性佳	成本昂貴
二氧化鈦/二氧化鋯 (Titanium dioxide/ Zirconium dioxide)	絕熱效果好，抗化學性強，高機械強度	成本昂貴，僅適用MF與UF，材料易碎
陶瓷薄膜 (Ceramics)	耐高溫，機械強度、耐久性高，抗化學性強，抗菌、可再生，清洗後可乾燥貯存	成本昂貴，質量重

有機薄膜特性



	CA	PA	PS	PTFE	PVDF
pH 操作範圍	4~7	4~11	2~13	0~14	2-10
耐溫性	劣(<30°C)	佳(<39°C)	佳(<75°C)	最佳(<327°C)	佳(<150°C)
抗氯性	佳	劣(<0.1mg/L)	優	優	優
抗生物分解性	劣	劣	優	優	優
表面性質	平滑	粗糙	—	平滑	平滑
親疏水性	親水	親水	疏水	疏水	疏水

薄膜使用壽命



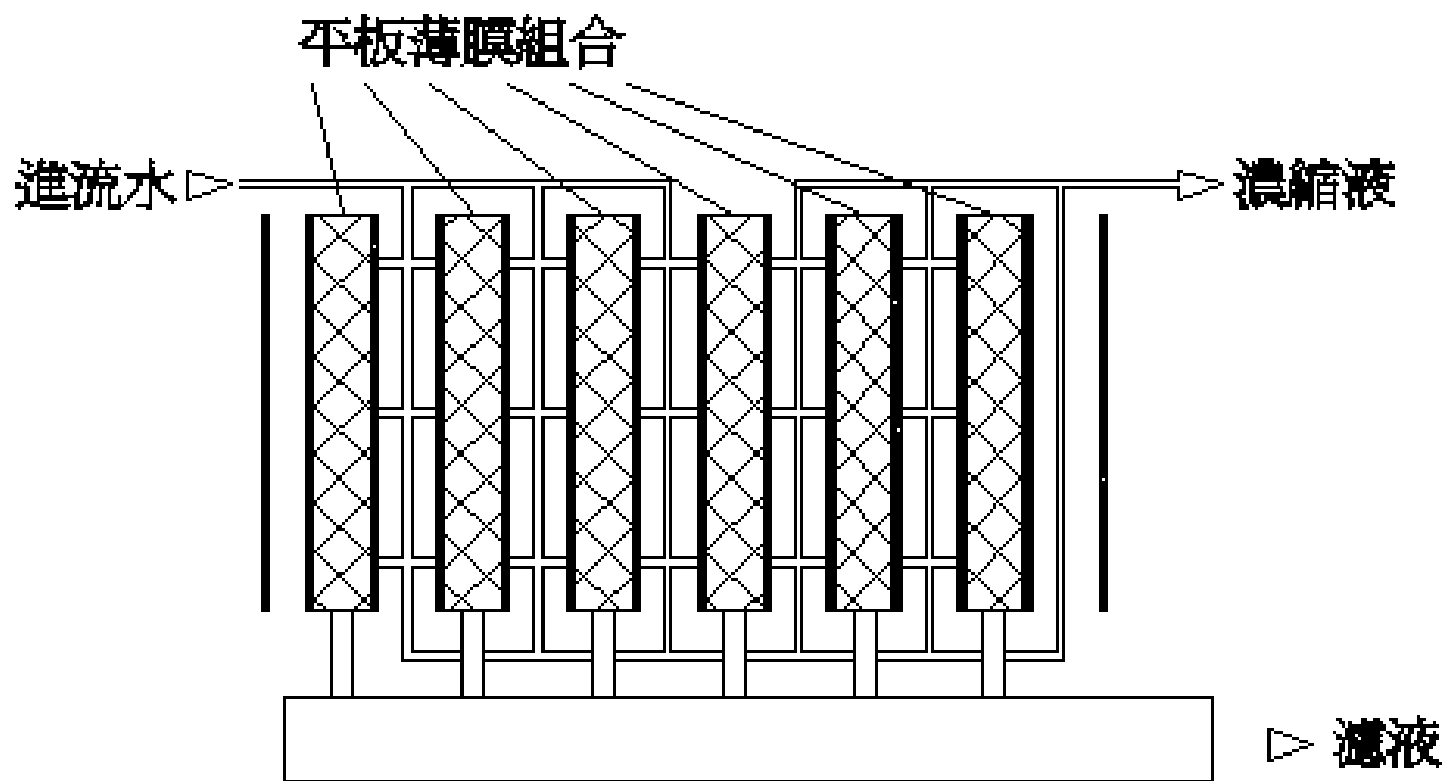
膜使用年數	使用膜組數	更換膜組數	更換比例(%)
1	85,000	162	0.2
2	73,936	227	0.3
3	36,036	514	1.5
4	15,386	29	0.2
5	15,386	16	0.1
6	4,286	20	0.5
7	686	~15	2.9

薄膜模組分類

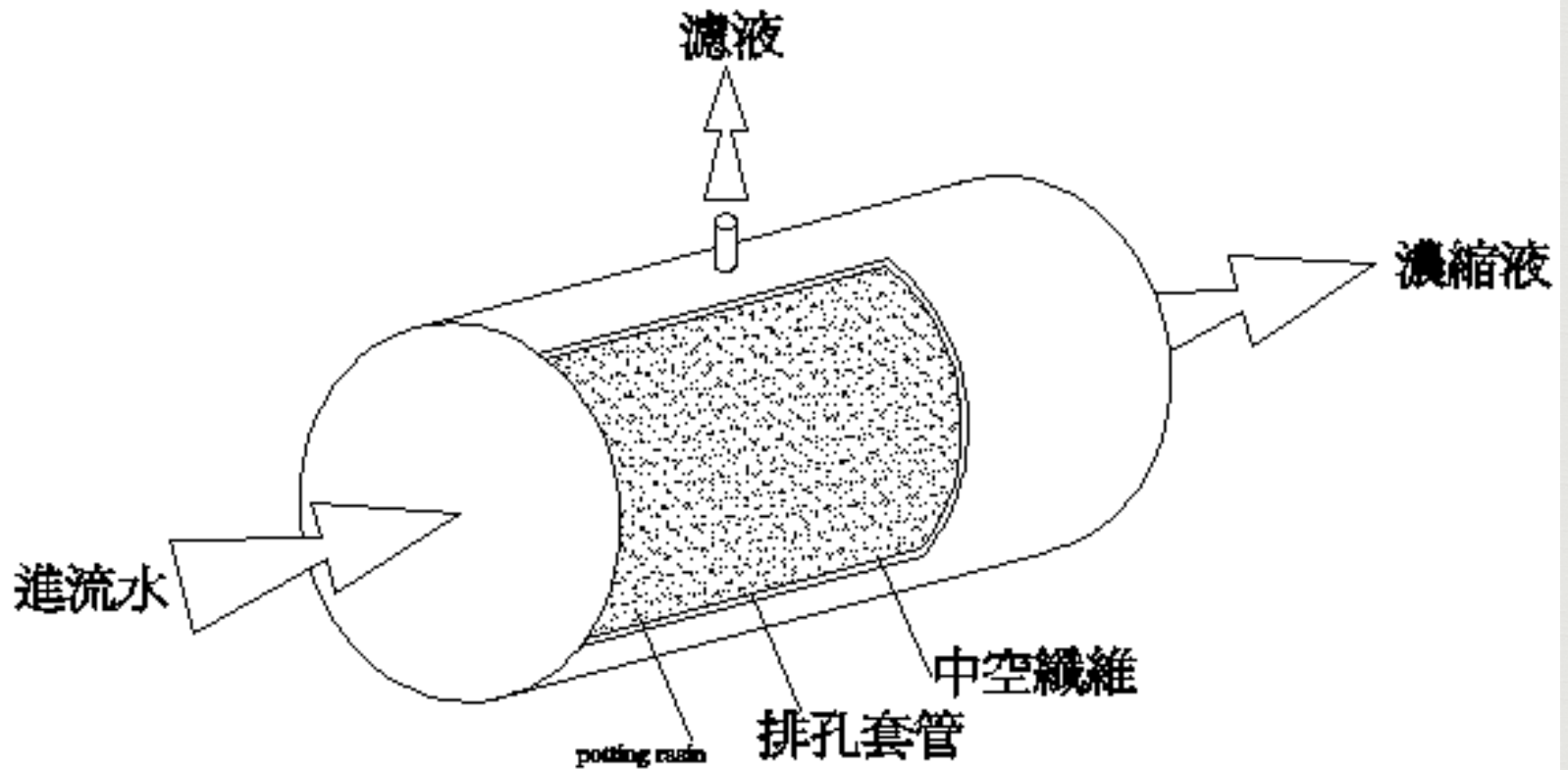


結構形狀	面積/體積比 (m ² /m ³)	操作費用	優點	缺點	應用
摺匣式	800- 1000	低	材料緊密且堅韌	容易積垢， 不易清洗	Dead-end MF,
板框式	400- 600	高	可拆卸後再進行清洗	設計繁雜， 不適合反洗	ED, UF, RO
螺捲式	800- 1000	低	低能量消耗， 材料緊密且堅韌	不易清洗， 不能反洗	RO, UF
管狀式	20- 30	非常高	易於進行機械式反洗， 使水體總懸浮固體物 含量高	高成本， 薄膜更換次數 高	Cross-flow filtration, high TSS waters. UF
毛細管式	600- 1200	低	其特性介於管狀 式與中空纖維式		
中空纖維式	5000-40000	非常低	可被反洗，設計緊 密並可承受膠體性 高之物質	對壓力變化敏 銳	MF, RO

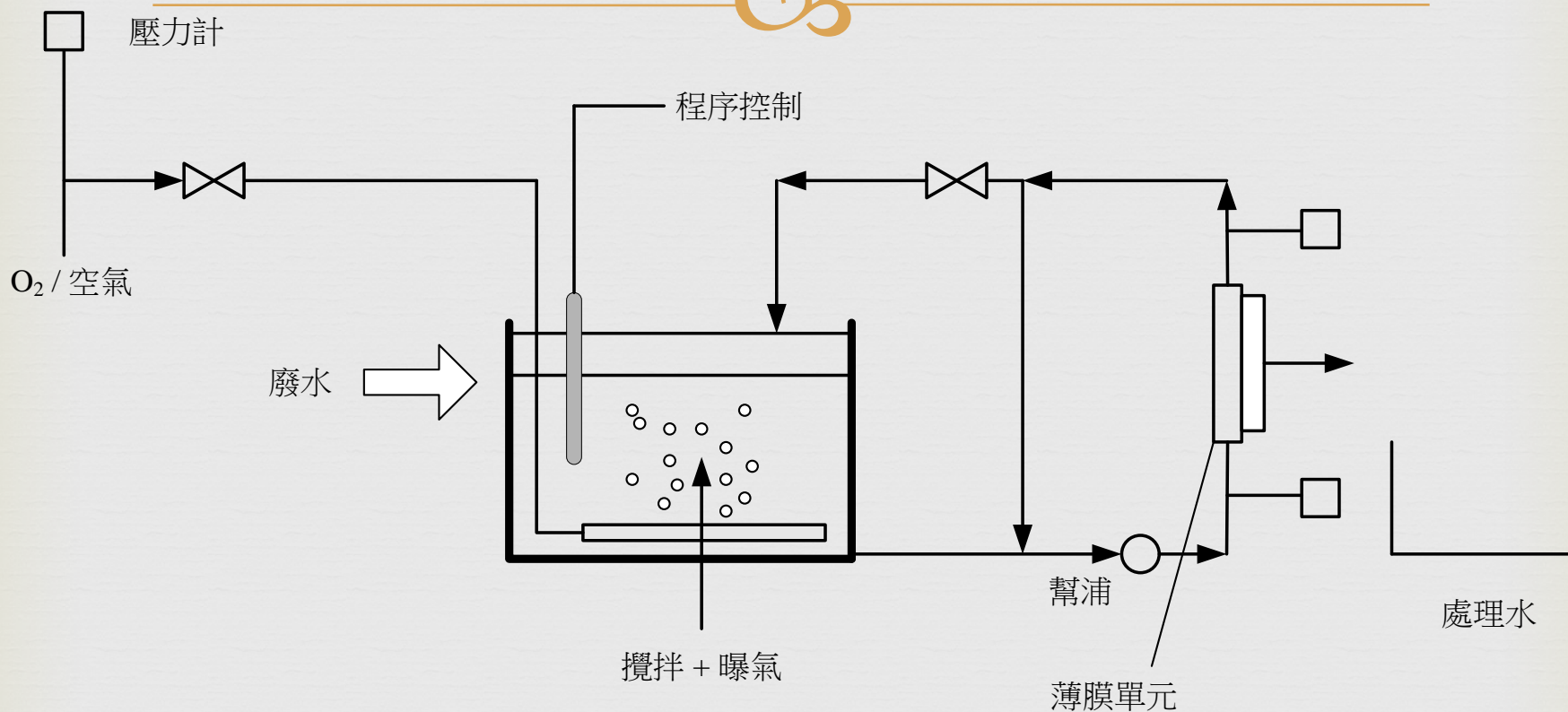
平板式



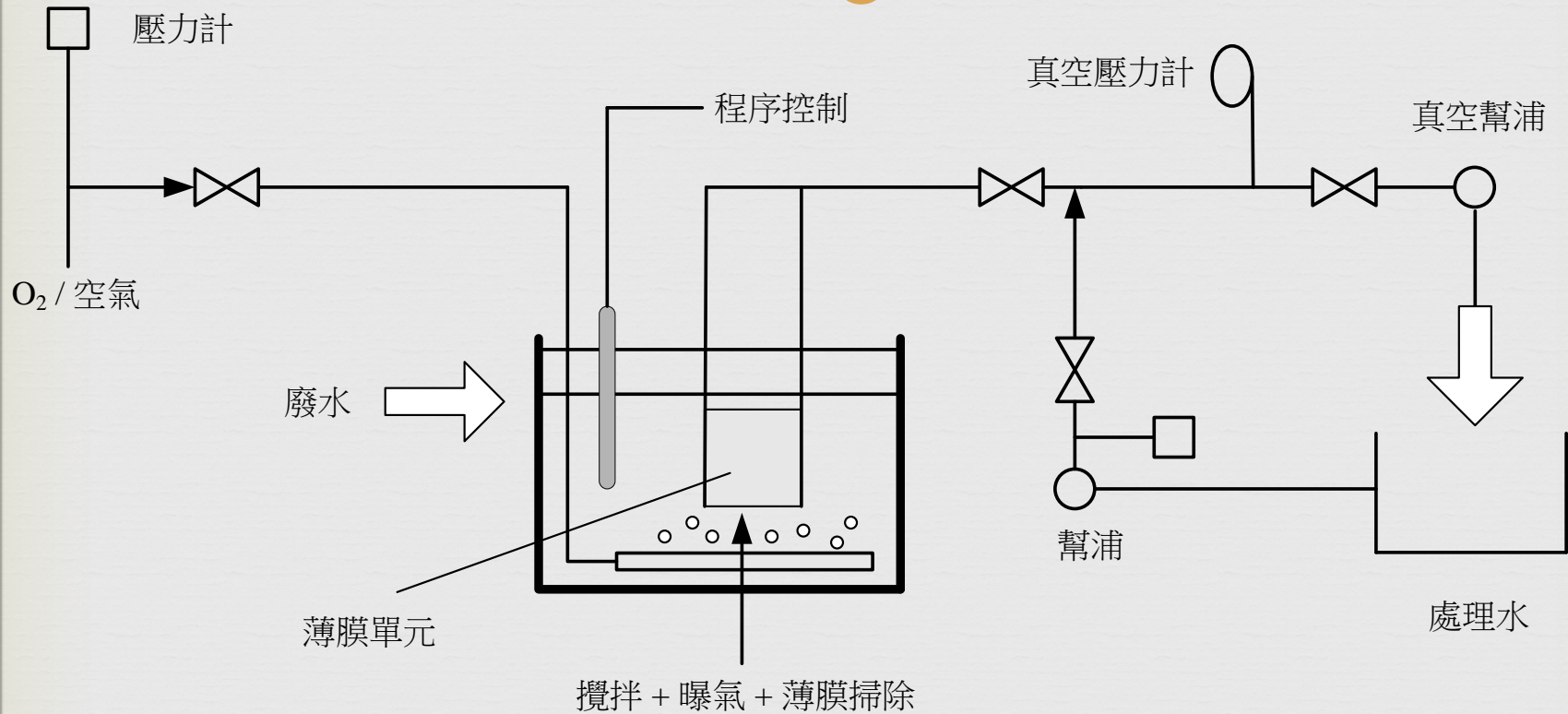
中空纖維式



MBR配置型式－側流式



MBR配置型式－沉浸式



不同配置之優缺點

類型	優點	缺點
側流式	<ol style="list-style-type: none"> 1. 積垢隨膜面掃流速度增加而線性減緩 2. 維護及時間成本較低，薄膜模組置換時間較短 3. 在高MLSS下順利操作的可能性較高 4. 溶解性有機與無機固體物的沉降，較易以控制水力動力方式處理 5. 曝氣可藉氧氣質傳與攪拌方式達最佳化 6. 容易以化學劑進行現地薄膜清洗，而不會對生物產生風險 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 常在較高通量下操作，產生積垢可能性較高 2. 剪力較大，易使膠羽破碎 3. 泵的設置，使動力需求較高
沉浸式	<ol style="list-style-type: none"> 1. 低耗能，適合大尺度規模應用 2. 空間需求低 3. 薄膜可置於多種形式的反應槽，採納度與適用度高 4. 在較低的壓力與膜面掃流速度下操作，操作狀況較緩和 5. 出流水質較側流式佳 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 膜面掃流速度不易控制 2. 較大的曝氣與薄膜面積需求 3. 薄膜曝氣與氧氣溶解之間需要折衷考量

Advantages of Membrane Technology

優點

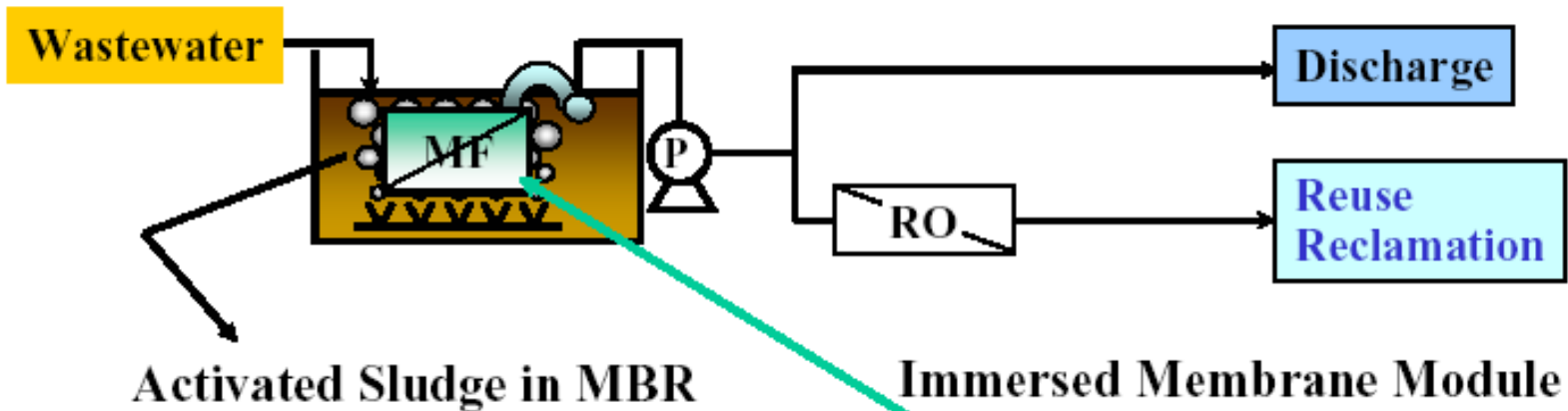
1. 土地面積需求小
2. 固體物幾乎可完全去除
3. 污泥濃度高，可承受進流水濃度變化
4. 不受污泥膨化影響
5. 污泥廢棄量少
6. 啟動時間短
7. 既有廠可翻新改建

缺點

1. 有薄膜阻塞問題
2. 薄膜成本高(將隨製膜技術提升而降低成本)
3. 曝氣動力高(但因模組不同而異)

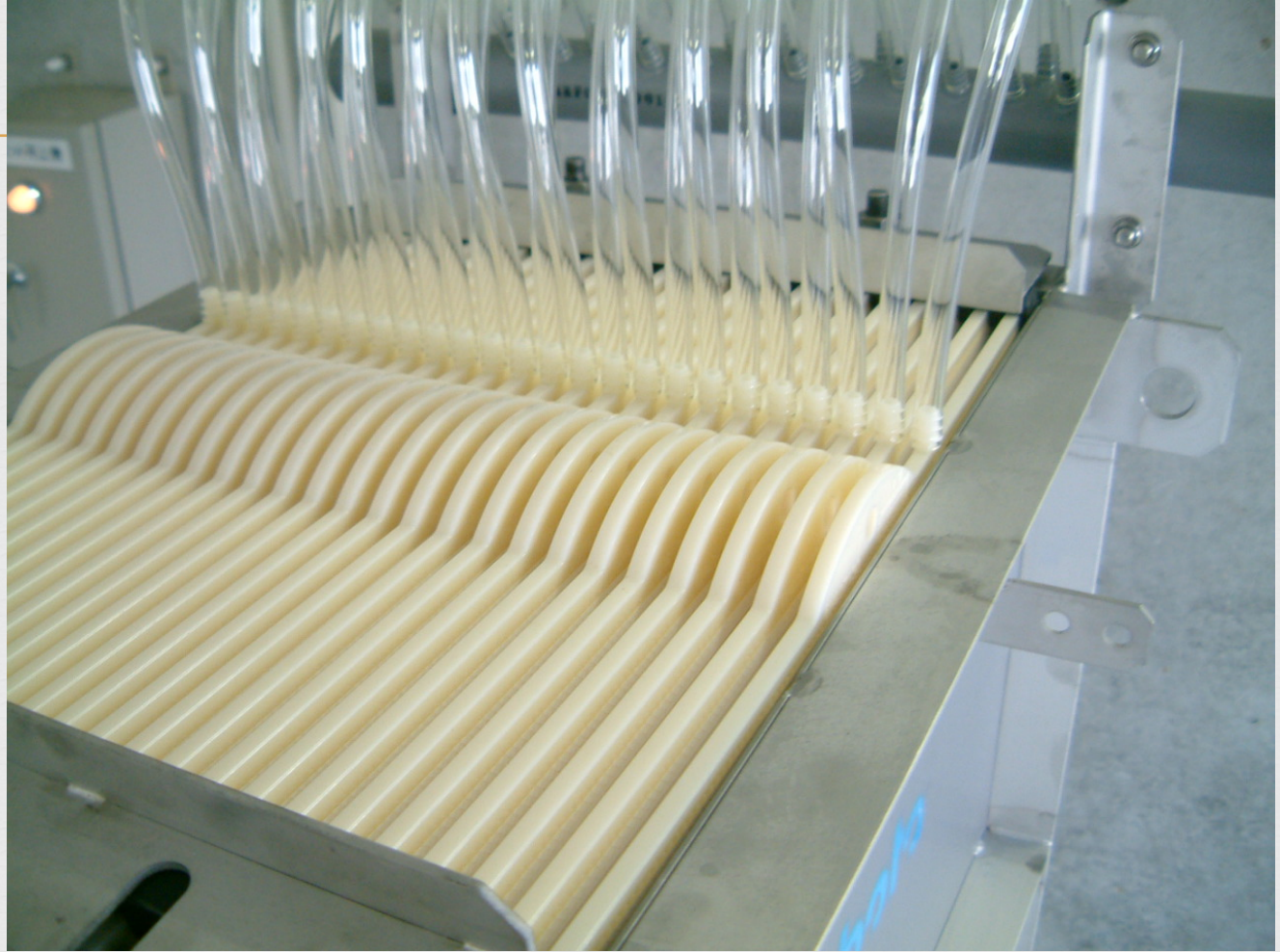
市售MBR

MBR (Membrane Bioreactor)

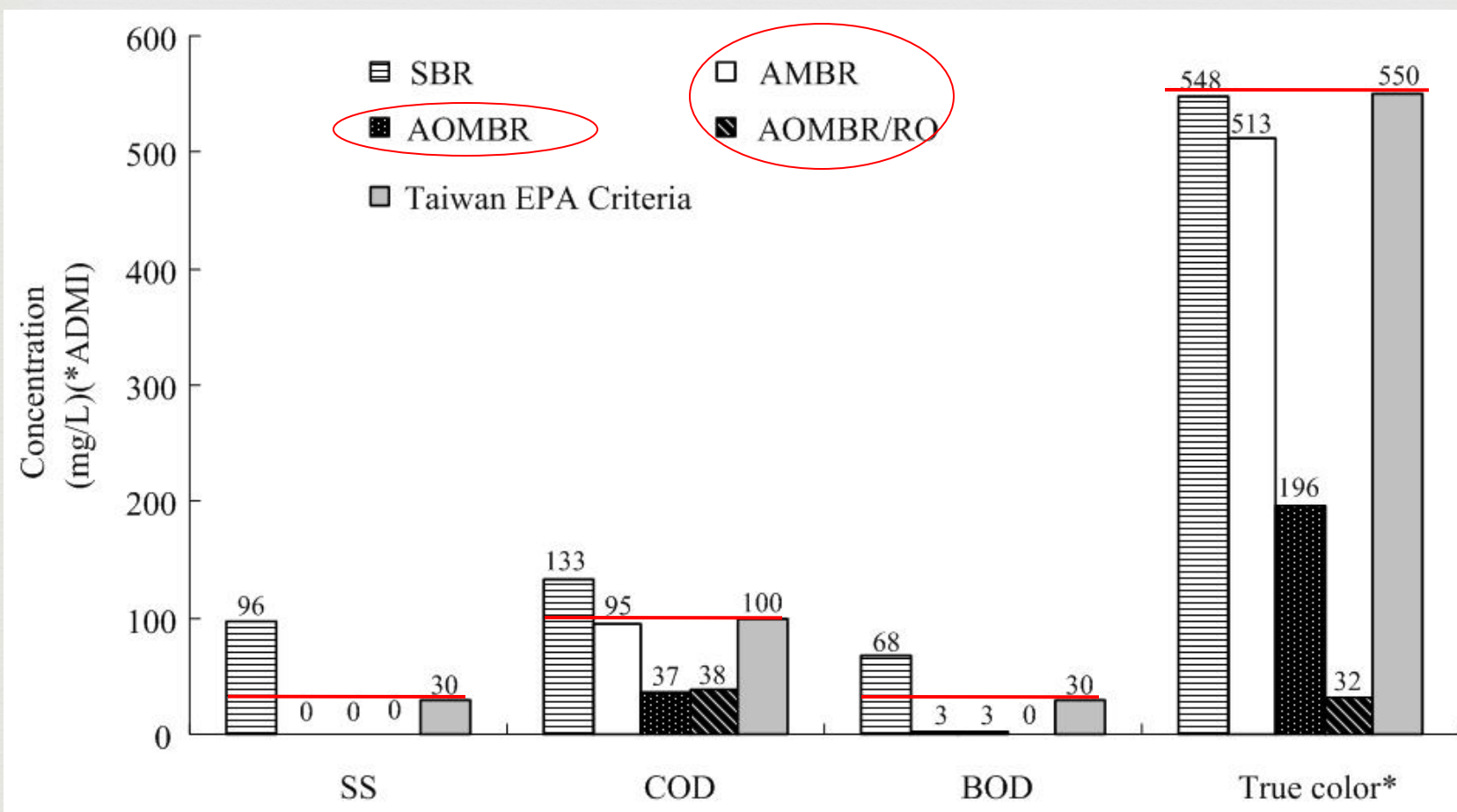


Adapted from http://www.toray.com/ir/library/pdf/lib_a101.pdf

市售MBR



Performance of different membrane processes on effluent quality, compared with Taiwan EPA criteria



Process with membrane can meet all Taiwan EPA effluent criteria.

Comparison of different MF with Taiwan wastewater reuse criteria

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
	BOD ₅	pH	<i>E.coli</i>	Turbidity	Total Hardness	Total Alkalinity	Cl ⁻	TDS	SS
Unit	mg/L	—	CFU/100 ml	NTU	mg/L as CaCO	mg/L as CaCO ₃	mg/L	mg/L	mg/L
Criteria	<10	6.0~9.0	ND	<5	<450	<350	<500	<1000	<10
M mem.	2.7	7.0±0.3	21 /ND*	0.39	101.59	25.7	6.1	415.5	ND
N mem.	4.75	7.0±0.3	2 /ND*	0.47	79.14	23.3	6.33	429	ND
K mem.	1.96	7.0±0.3	5 /ND*	0.16	55.56	39.6	5.79	342.6	ND
CMT mem.	2.1	7.0±0.3	ND /ND*	0.18	58.01	37.6	9.19	318.3	ND

①~③ are for toilet flushing water , ①~④ are for landscaping water, ①~⑨ are for cooling water
* Added 3mg/l of chlorine

Only CMT membrane meets Taiwan wastewater reuse criteria

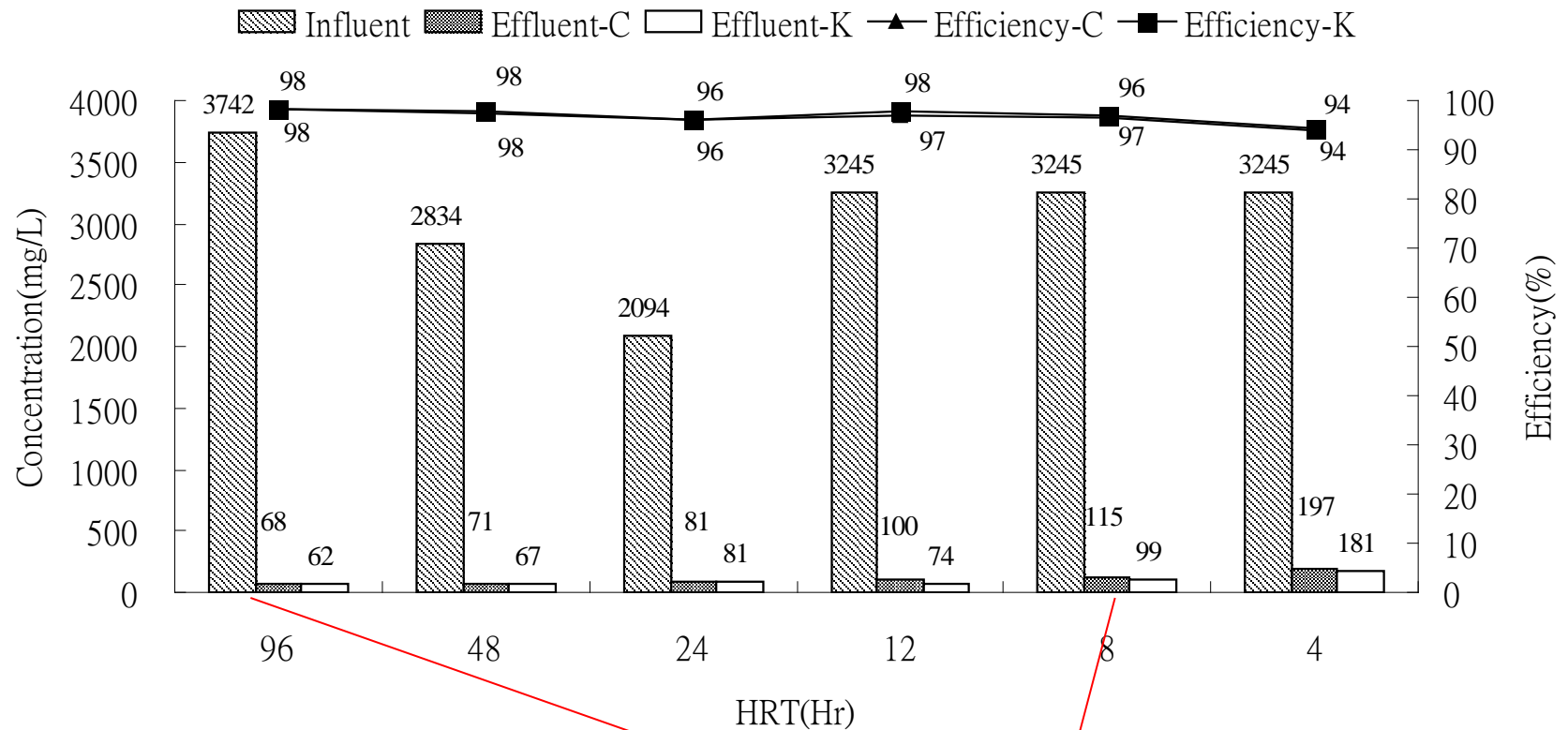
Comparison of different MF/RO with Taiwan wastewater reuse criteria

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
	BOD ₅	pH	<i>E.coli</i>	Turbidity	Total Hardness	Total Alkalinity	Cl ⁻	TDS	SS
Unit	mg/L	—	CFU/100 ml	NTU	mg/L as CaCO ₃	mg/L as CaCO ₃	mg/L	mg/L	mg/L
Criteria	<10	6.0~9.0	ND	<5	<450	<350	<500	<1000	<10
M/RO.	0.2	7.0±0.3	ND	0.24	6.38	5.3	1.1	143	ND
N/RO	1.5	7.0±0.3	ND	0.13	6.48	5.7	ND	125	ND
K/RO.	1.53	7.0±0.3	ND	0	3.24	7.3	ND	24	ND
CMT/RO	1.27	7.0±0.3	ND	0.08	8.8	10.5	2.24	24.7	ND

①~③ are for toilet flushing water , ①~④ are for landscaping water, ①~⑨ are for cooling water
* Added 3mg/l of chlorine

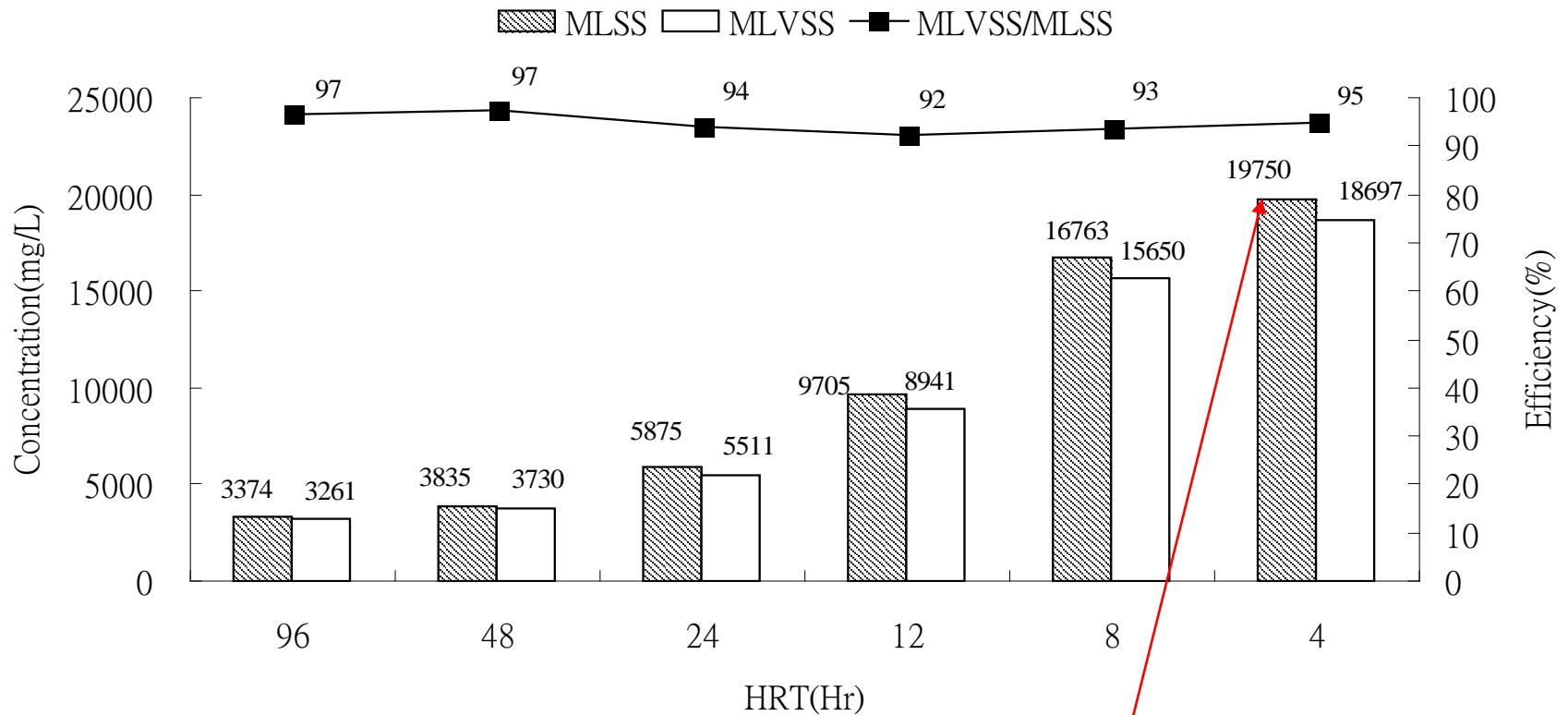
All MF/RO meets Taiwan wastewater reuse criteria

Comparison of Effluent COD of different MF



COD removal efficiencies are higher than 96% for HRT > 8 hrs

Comparison of MLSS&MLVSS



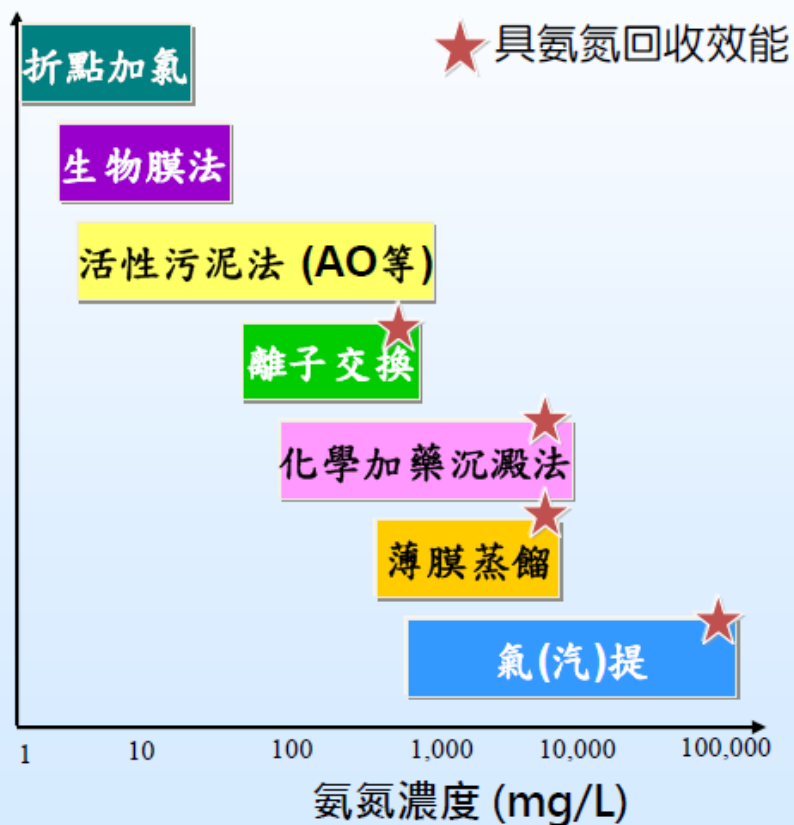
MLSS is almost 20,000 mg/l

事業廢水氨氮管制新標準

事業	氨氮限值 (mg/L)	施行時間
晶圓製造及半導體製造業	20 (新設事業)	發布日起 (100年12月1日)
	75	自101年7月1日起，如提削減計畫並執行者，自102年7月1日起施行
	30	自104年7月1日起
科學工業園區 光電業	20 (新設事業或園區)	發布日起 (101年10月12日)
	75	自102年7月1日起，如提削減計畫並執行者，自104年1月1日起施行
	30	自106年1月1日起

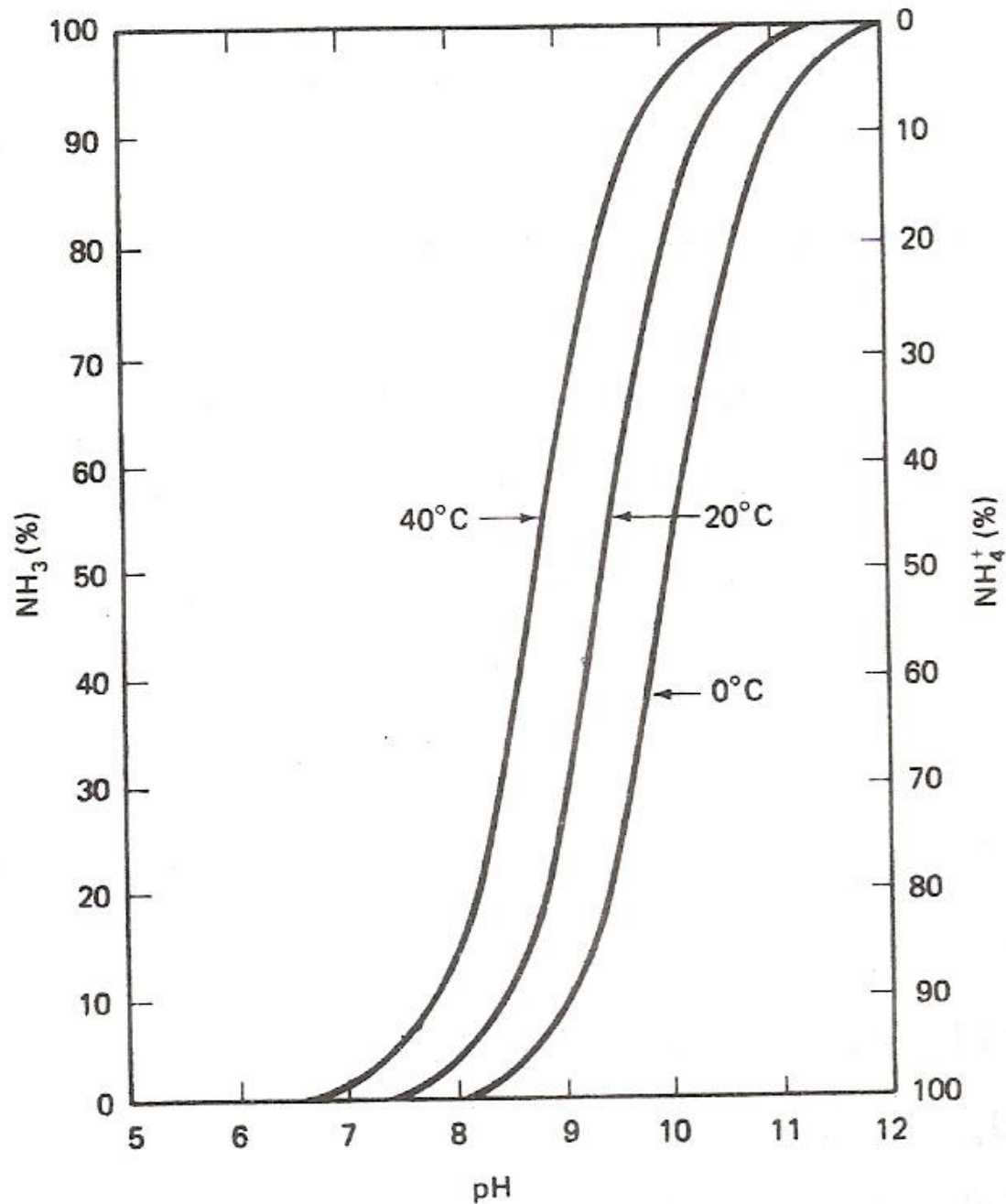
氨氮處理/回收技術

➤ 氨氮處理/回收技術



技術	優點	缺點	氨氮回收產物	
離子交換	<ul style="list-style-type: none"> ● 建設費用較低 ● 操作簡單 	<ul style="list-style-type: none"> ● 操作費用較高 ● 再生廢液需妥善處理 	含氮化學品	
氣(汽)提	<ul style="list-style-type: none"> ● 建設及操作費用較低 ● 程序簡單 ● 可處理高濃度氨氮廢水 	<ul style="list-style-type: none"> ● 可能有氨氮逸出二次污染疑慮 ● 能源消耗量大 	氨氣	
薄膜	蒸餾	<ul style="list-style-type: none"> ● 去除效率穩定 	<ul style="list-style-type: none"> ● 能源消耗量大 ● 操作成本高 	氨氣 氨水
	分離	<ul style="list-style-type: none"> ● 去除效率穩定 	<ul style="list-style-type: none"> ● 操作成本高 ● 有濃排水處理問題 	氨水
化學加藥沉澱法	<ul style="list-style-type: none"> ● 建設費用較低 ● 操作簡單 	<ul style="list-style-type: none"> ● 操作費用較高 	硫酸銨鎂 複合鹽類	

氣提法



氣提法

L進流
濃度 X_0

Air出流
濃度 Y_1

α

氣提塔

L出流
濃度 X_1

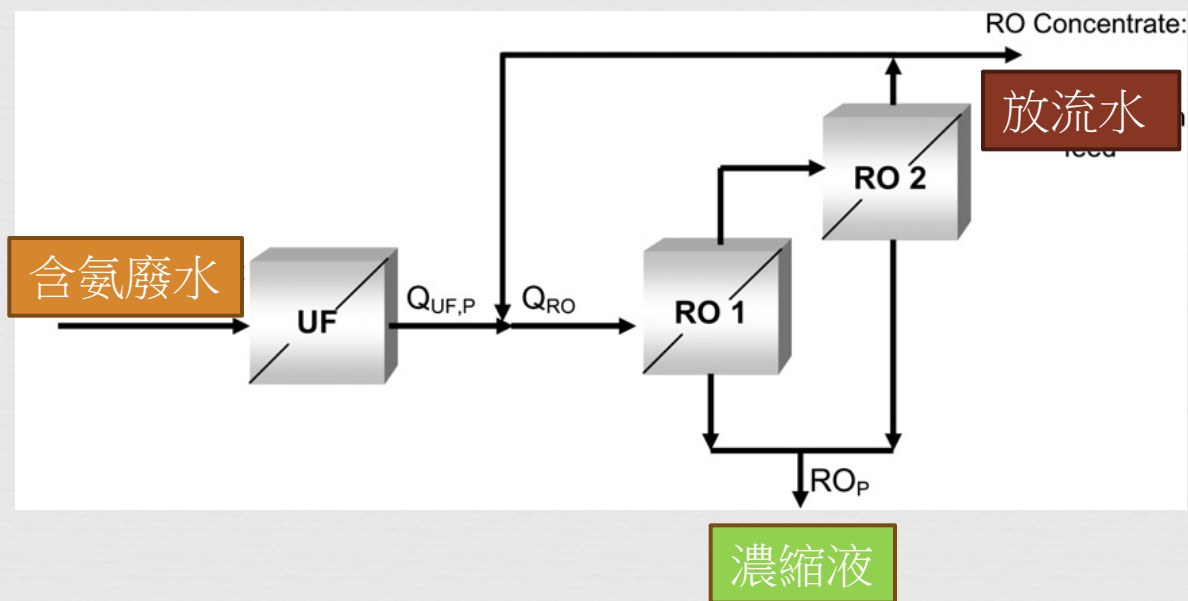
Air進流
濃度 Y_0

選擇性離子交換



- 沸石（特別是斜發沸石）對銨離子比對鈣、鎂和鈉等離子有優先交換吸附的性能以去除氨氮

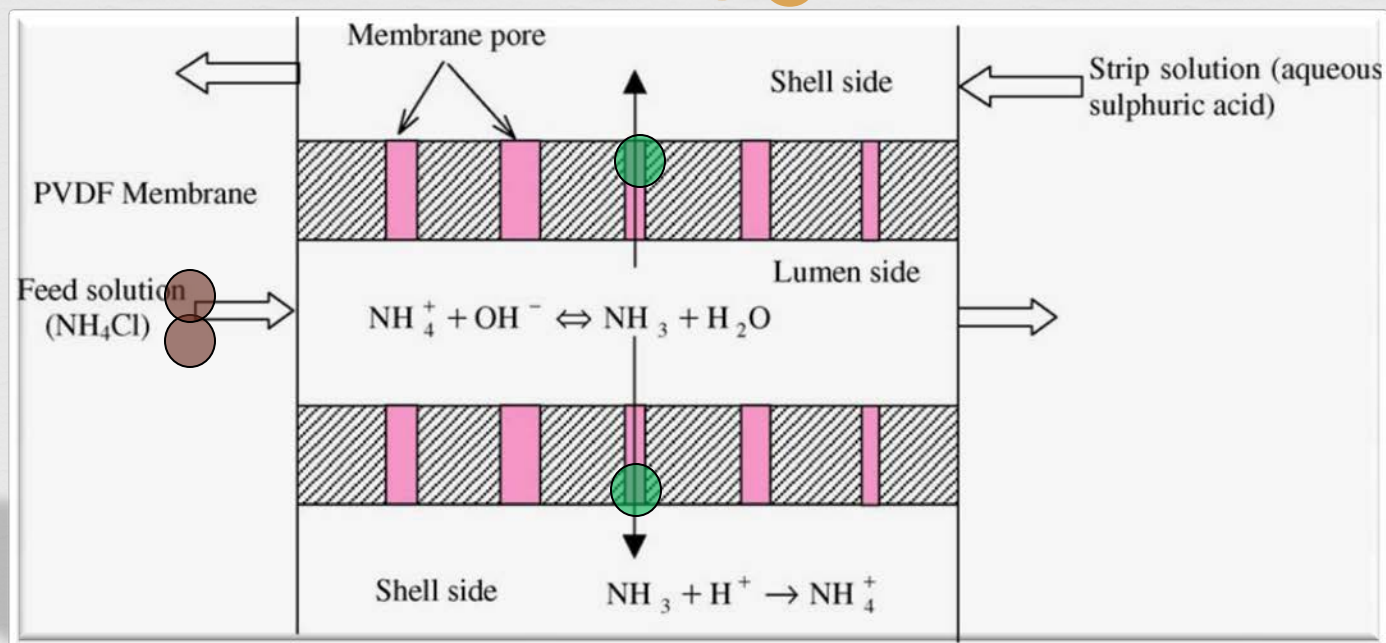
薄膜逆滲透濃縮技術



賴振立，嘉南藥理科大

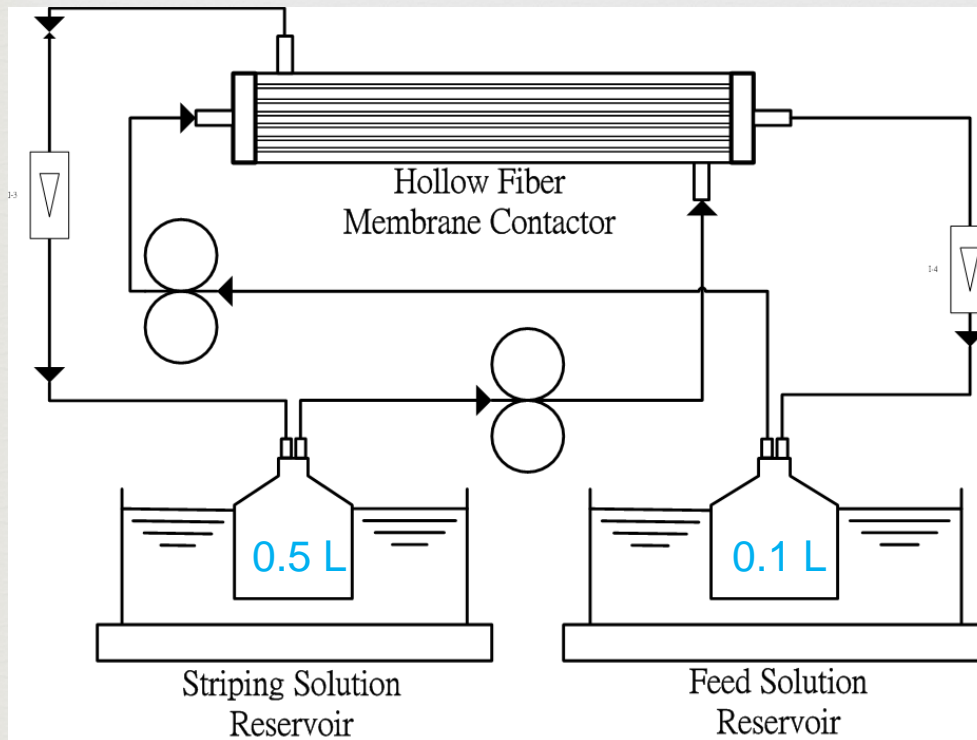
薄膜接觸技術

Membrane Contactor



Xiaoyao., J. Membr. Sci.
271, 59-68(2006)

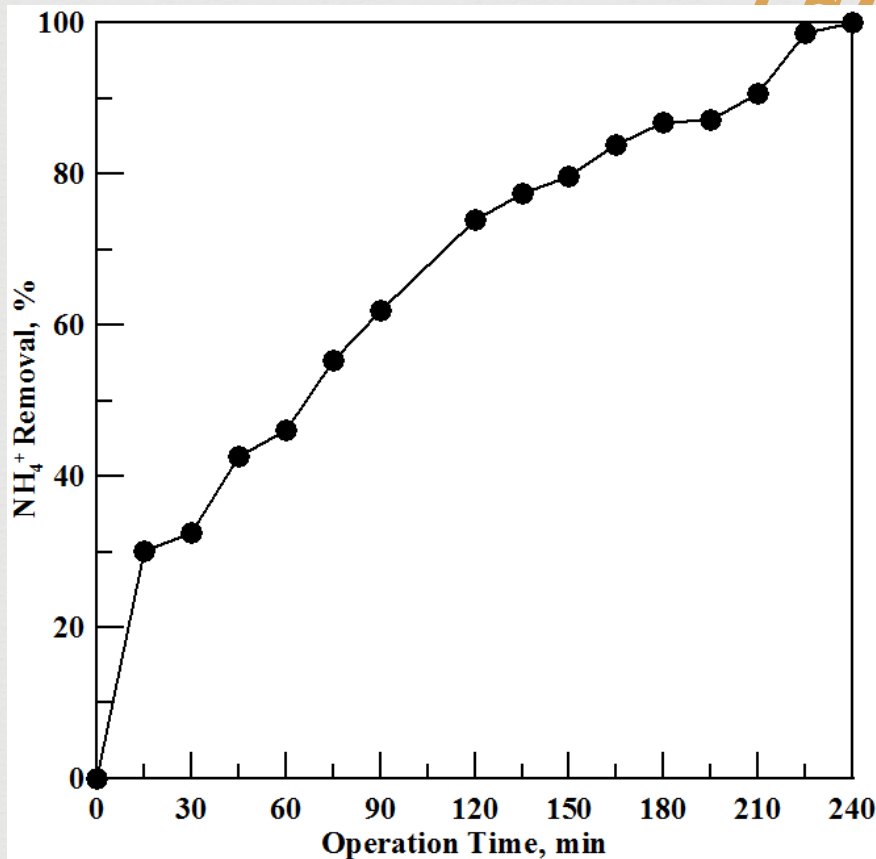
Experimental setup for hollow fiber membrane contactor



- Wastewater fed into fiber
- Ammonia conc.: 10,117 mg/L
- Contact area: **1.55 m²**
- Feed flow rate: 25 ml/min
- 0.4 M H₂SO₄ fed into the shell side.

賴振立，嘉南藥理科大

Removal of ammonia in feed solution

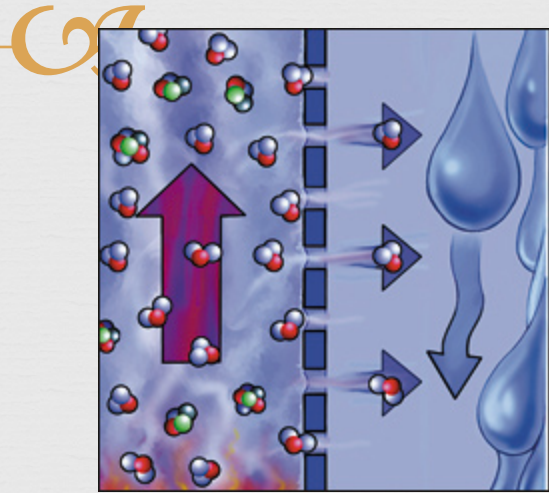
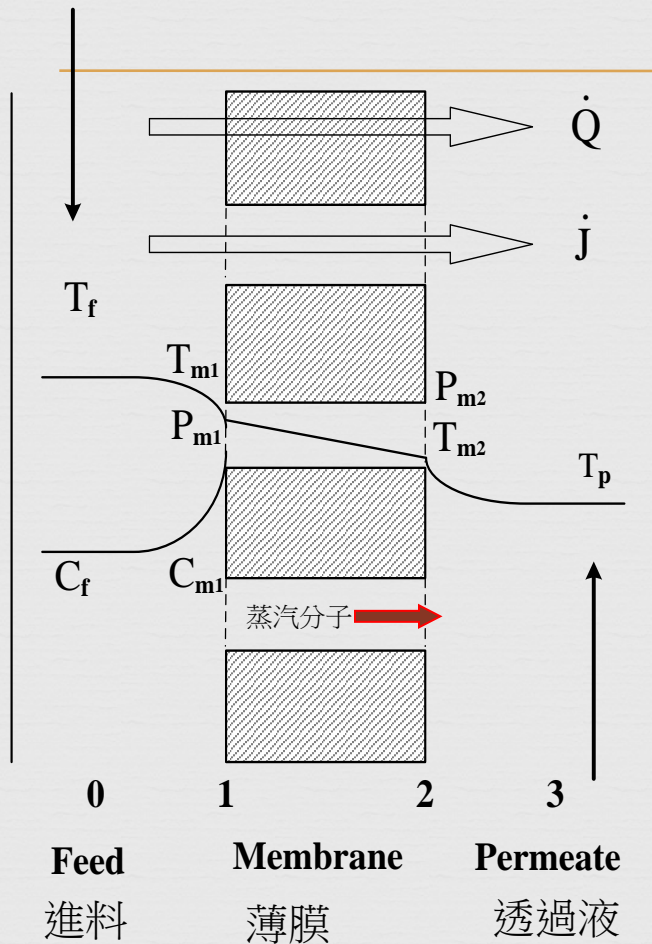


適用對象:

- ☞ 高濃度(變化大)氨氮廢液
- ☞ 高pH值
- ☞ 廢酸

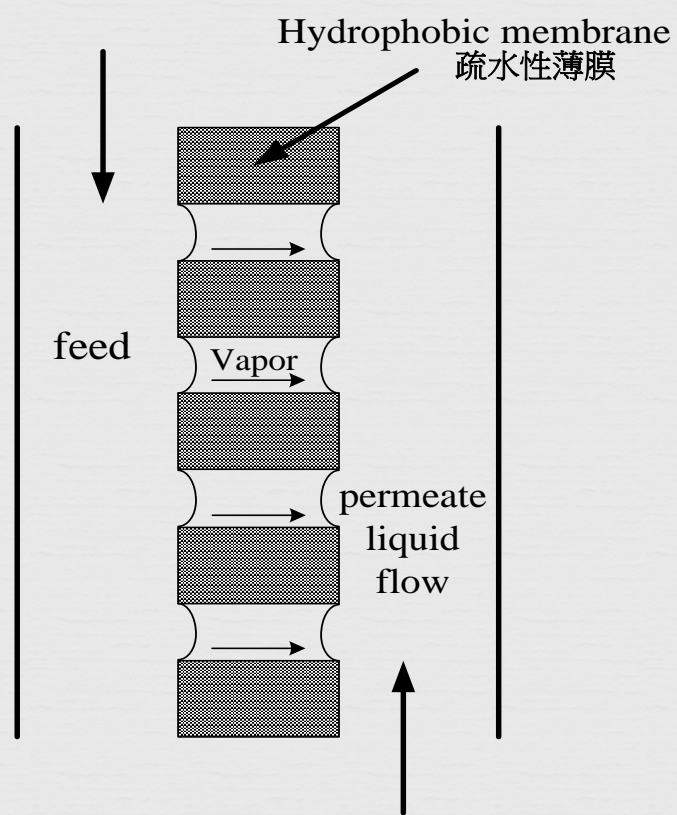
賴振立，嘉南藥理科大

薄膜蒸餾 (Membrane Distillation)

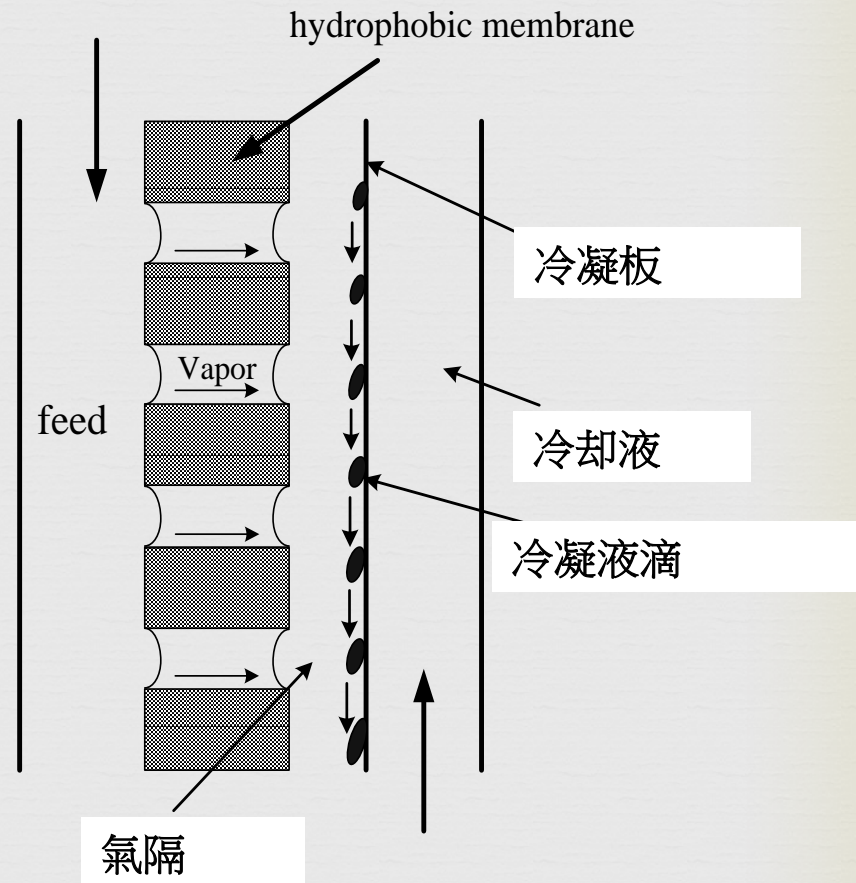


- a. 以溫度差為驅動力
- b. 多孔性薄膜
- c. 高疏水性薄膜

薄膜蒸餾分類 (1)



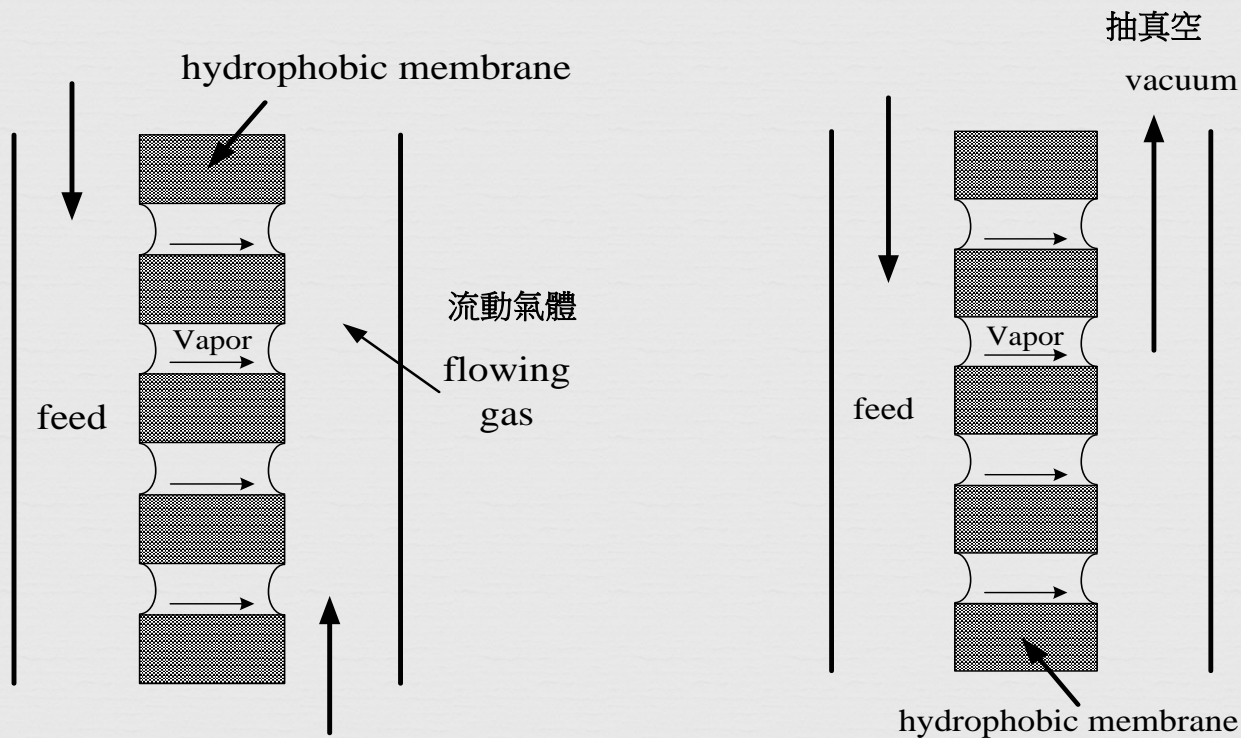
直接接觸式MD
(DCMD)



氣隔式MD
(AGMD)

莊清榮，中原大學

薄膜蒸餾分類 (2)



氣體掃掠式MD
(SGMD)

真空式MD
(VMD)

薄膜蒸餾技術



優點:

- ❧ 1.低溫
- ❧ 2.低壓
- ❧ 3.設備精簡、佔地面積小

薄膜選擇

疏水膜

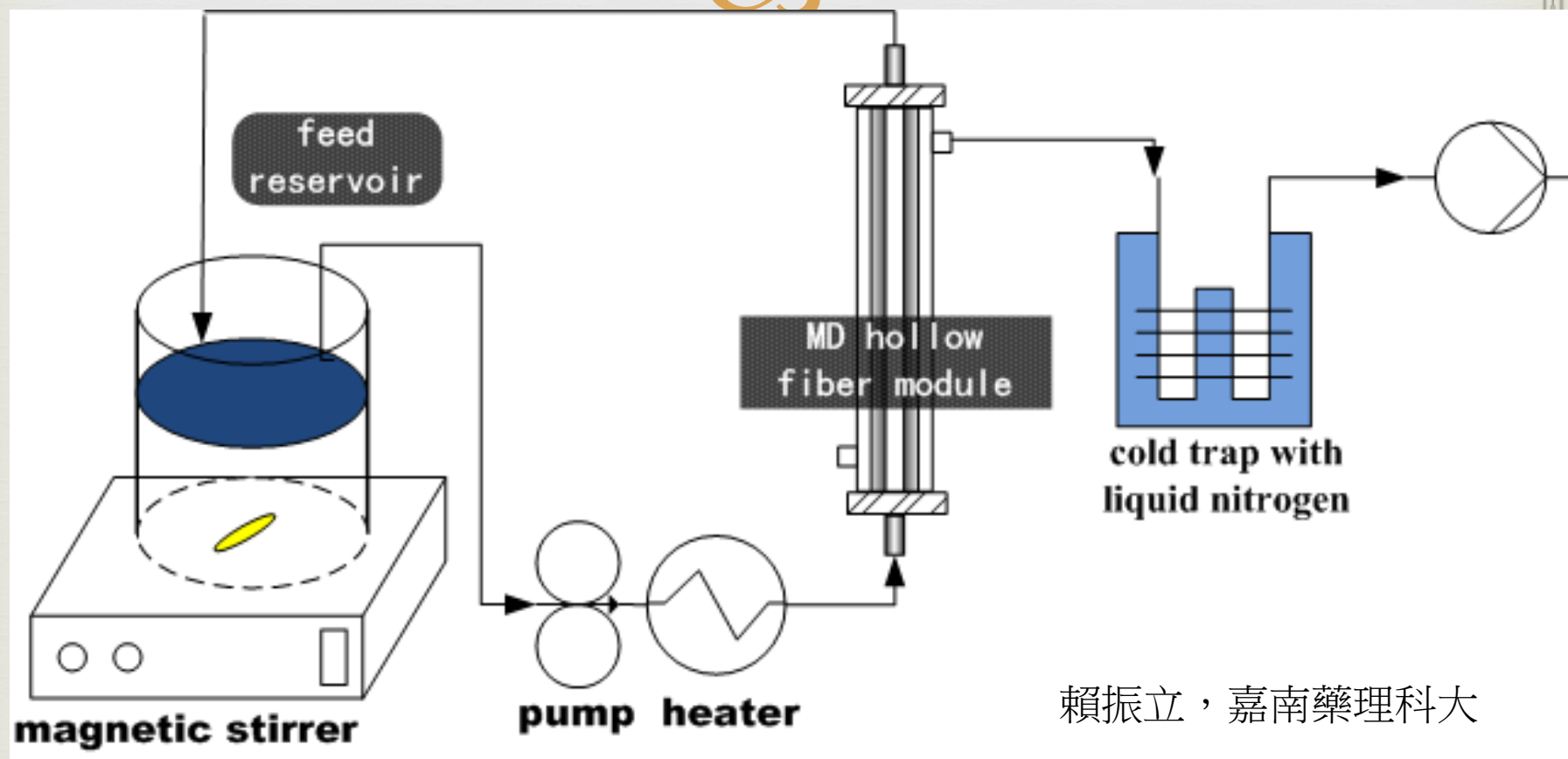
厚度:60~250 μm

適用對象:

- 高濃度氨氮廢液
- 回收再利用
- 廢熱

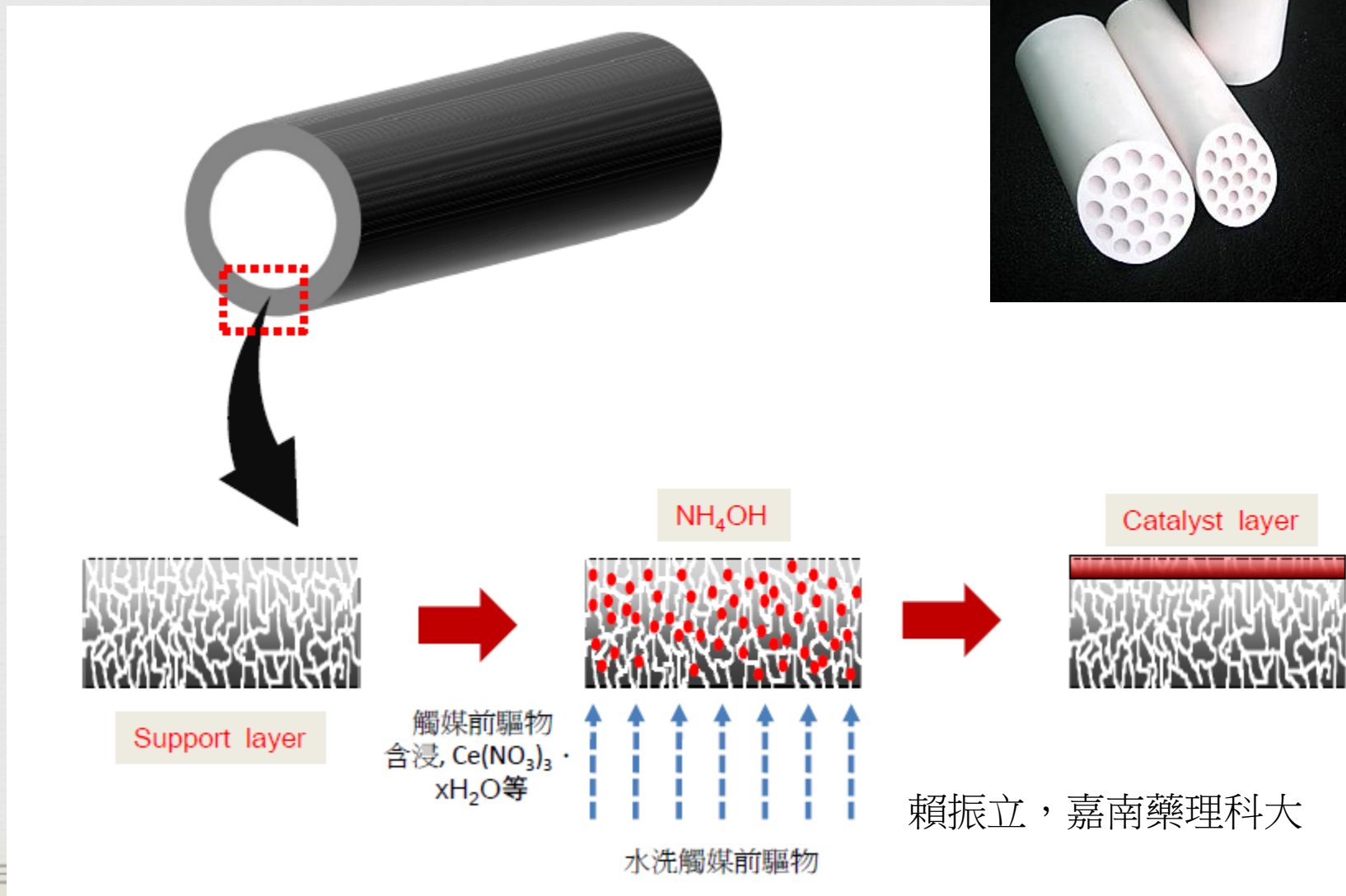
賴振立，嘉南藥理科大

真空薄膜蒸餾法



賴振立，嘉南藥理科大

管膜反應器



賴振立，嘉南藥理科大

簡報結束
敬請指教