



台塑石化公司 煉油廠低鹽廢水回收案例分享

中華民國一〇〇年七月二十一日

前言

台塑石化煉油廠於85年建廠初期即依製程特性、六輕環境考量，將節水及減少廢水等列入設計規劃。並於91年度成立『節水小組』，全面管理用水。

歷經多年節水努力，於製程節約用水、次級水回收再利用上大部分均已完成整合回用。有感節水日漸困難，擬進一步評估煉油廠廢水回用之可行性。

廢水有汽提酸水、脫鹽廢水、水塔排放水、濕式排煙脫硫(FGD)洗滌廢水及油品洗滌廢鹼水等五種。擬選擇脫鹽廢水及汽提酸水等低鹽類(電導度)與低污染(COD)廢水進行回收。

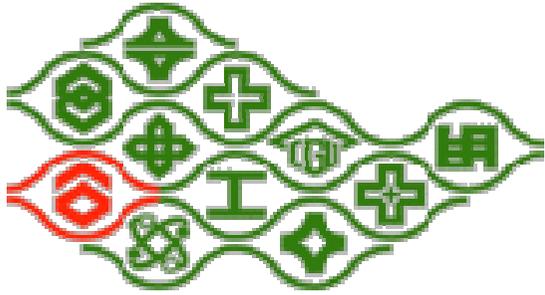
回收技術考量上，經參考近年國內外廢水回收及現有廢水場內生物薄膜(MBR)處理系統實績後，將選擇生物薄膜技術來進行規劃回收，後續將一一說明實際回收情況及後續待改善事項。



目 錄

一	組織沿革與節水節能推動政策	P. 3
二.	台塑石化廢水場製程介紹	P. 7
三.	回收廢水種類及方法選定	P. 11
四.	設計與處理流程規劃	P. 17
五.	操作實績及問題檢討	P. 22
六.	效益分析	P. 32
七.	結 語	P. 34





一.組織沿革與節水節能推動政策

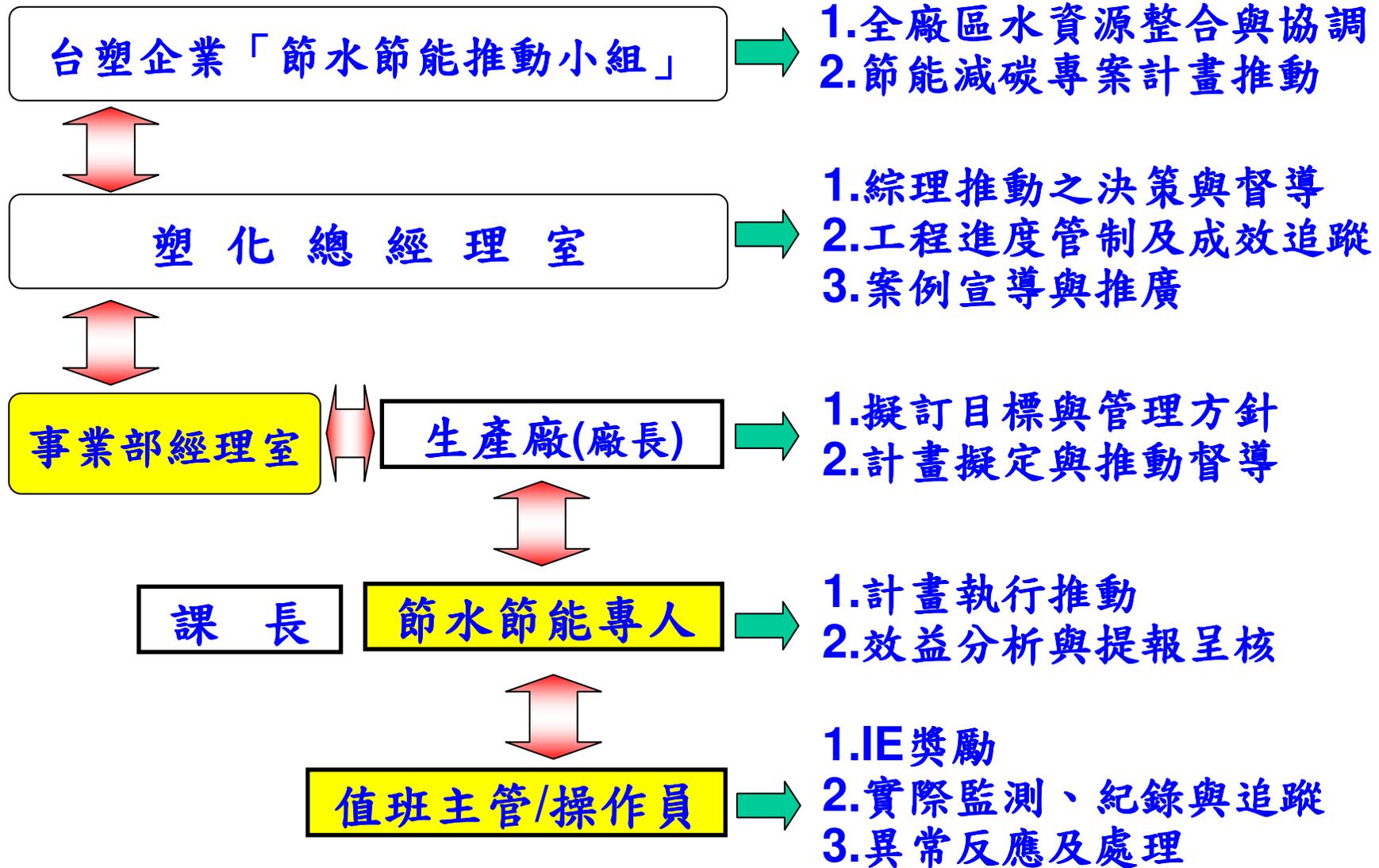


組織沿革

- **Mar., 2000** 常壓蒸餾單元開始投產
- **Sep., 2000** 油品上市
- **Jan., 2001** 取得ISO 9000認證
- **Oct., 2001** 成立能源小組
- **Jun., 2002** 成立節水小組/取得ISO 14000認證
- **Jul., 2003** 取得OHASA 18001認證
- **Sep., 2004** 榮獲能源局節能績優廠商
- **Aug., 2005** 產能擴增(45→54萬噸/日)
- **Oct., 2006** 榮獲水利署節水績優廠商
- **Mar., 2007** 榮獲工業局CO2減量績優廠商
- **Sep., 2008** 榮獲能源局節能績優傑出獎
- **Nor., 2009** 合併節水節能減碳小組
- **Dec., 2010** 榮獲水利署節水績優廠商



企業節水節能推動組織架構及運作

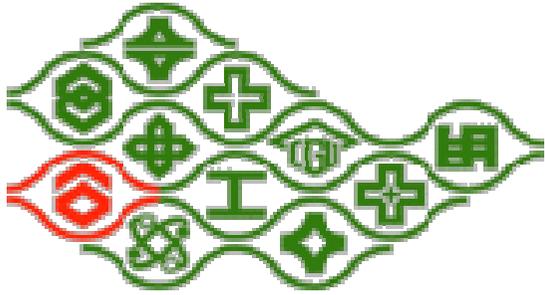




煉油廠推動政策

- 建立各單元節水節能目標並推動達成。
- 規劃及推動節水節能改善方案。
- 規劃節水節能平時管理事項。
- 監督節水節能用使用與排放紀錄。
- 各類流體平衡用量之預測與調度。
- 建立各煉油單元公用流體用量資料庫
- 配合政府與企業推動各項節水節能改善。





二.台塑石化廢水場製程介紹



二、塑化廢水場簡介

➤ 廢水來源：麥寮廠區台灣塑膠及台塑石化公司

➤ 佔地面積：14 公頃 (430M*330M)

➤ 投資金額：36 億台幣

➤ 設計理念：

(1) 分流處理：分為高鹽類、低鹽類、生物薄膜

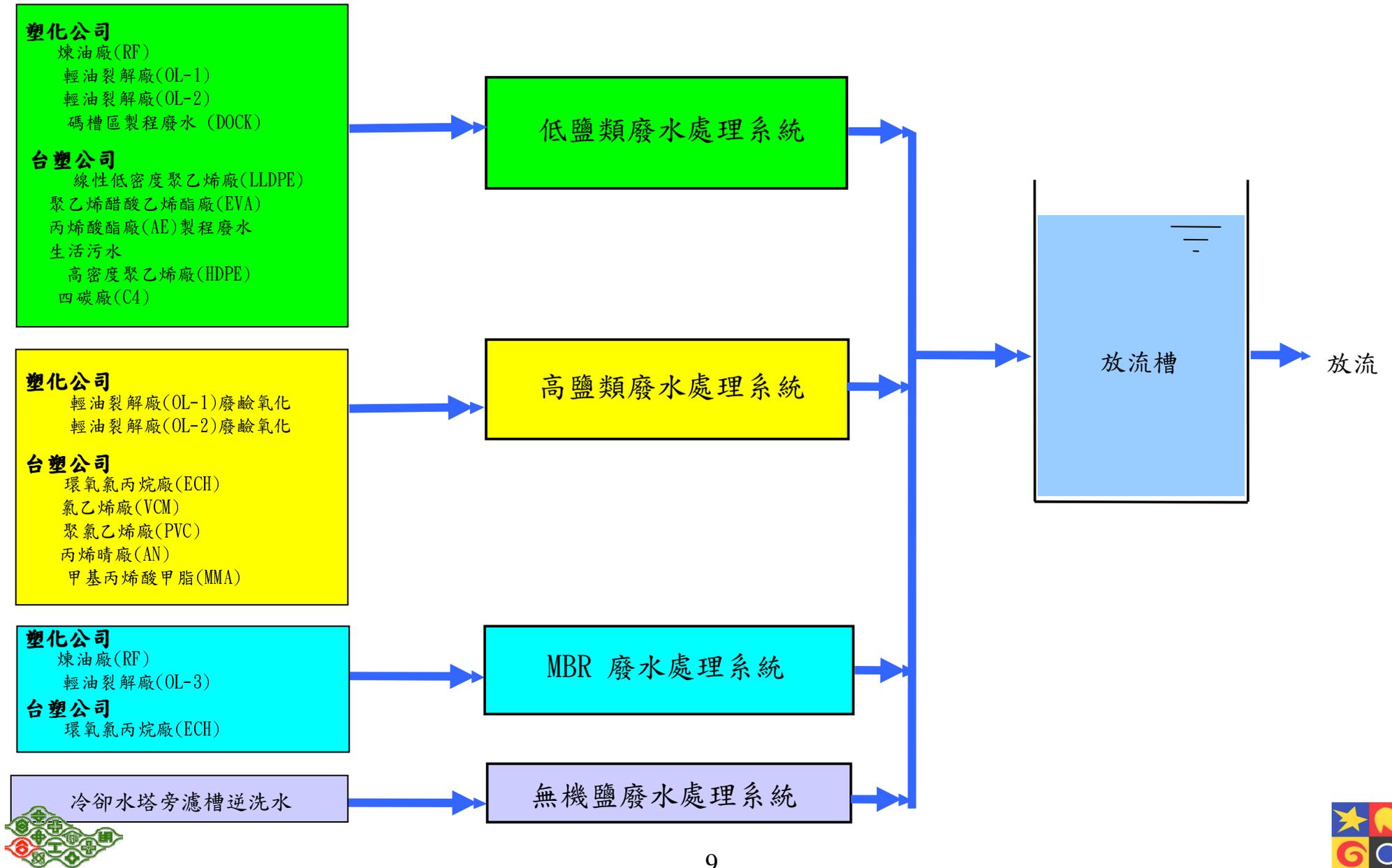
及無機鹽類等四個系統，進行清污分流、污污分治處理。

(2) 雙槽並列：雙槽並列，確保常態處理能力。

➤ 管理制度：訂定入流水『麥寮廠區廢水管理準則』。



塑化廢水場入流廢水分流處理簡圖



各級處理廢水外觀圖解

1. 原廢水



2. 一級處理



PH調整、初期污泥凝集沉降，固液分離。

上澄液進行生物處理。

3. 二級生物處理



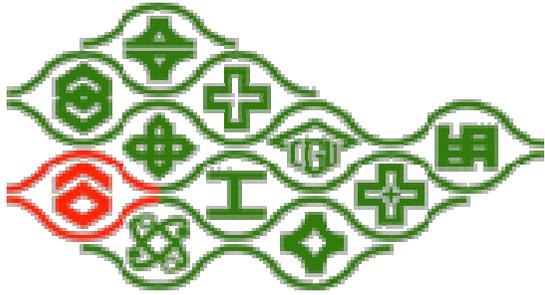
馴養生物污泥，分解水中污染物質降低COD。

4. 放流水



三級處理(上澄液砂濾槽/薄膜過濾SS)使水質澄清。





三.回收廢水種類及方法選定



煉油廠廢水回收種類選擇

1. 五種煉油廢水：

脫鹽廢水、汽提酸水、水塔排放水、
濕式排煙脫硫(FGD)洗滌廢水、油品洗滌廢鹼水等五種

2. 回收廢水處理設施與用水需求：

a.須可採用現在廢水處理設備。b.回用水須符合製程用水需求。

3. 回收廢水規劃：

設施：生物薄膜(MBR)處理設施(具實績)

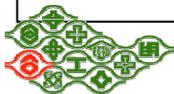
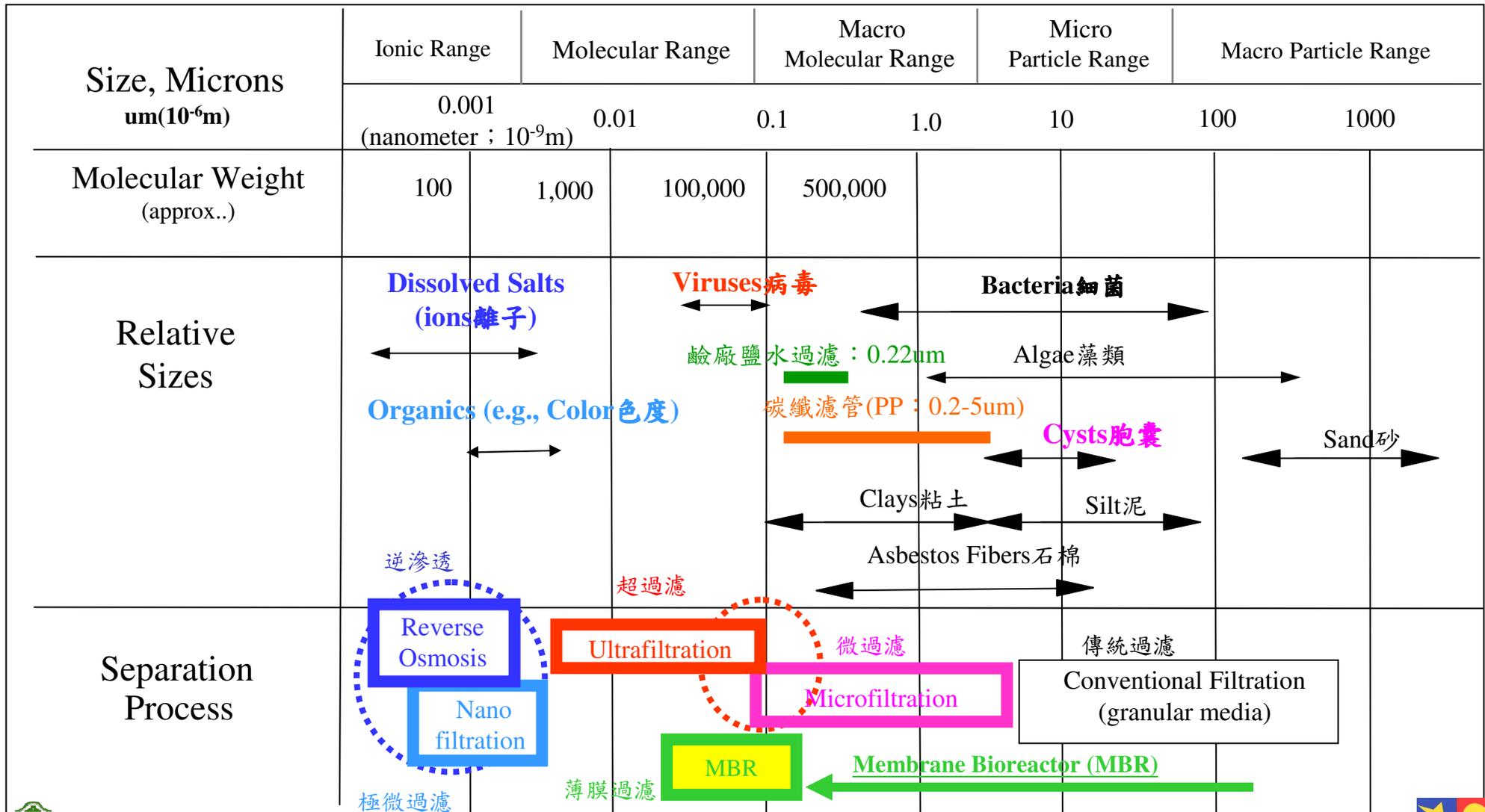
水源：脫鹽廢水、汽提酸水(低電導度、低COD)。

項次	排放源	排放水		排放水質							
		類別		PH值	電導度 us/cm	總硬度 ppm	COD ppm	SS ppm	Cl- ppm	SO42- ppm	NH3-N ppm
		高鹽	低鹽								
1	脫鹽廢水		V	6.0	416	38	442	5	86	< 0.5	13.1
2	汽提酸水		V	8.8	191	16	596	3	20	< 0.5	13.3
3	水塔排放水(含逆洗水)	V		8.1	3,670	1,140	26	2	265	1,745	0.7
4	濕式排煙脫硫(FGD)洗滌廢水	V		6.0	19,550	378	2,760	3,284	35	2,459	< 0.1
5	油品洗滌廢鹼水(RUA)	V		7.0	61,380	< 0.5	17,300	10	28	352	276.0

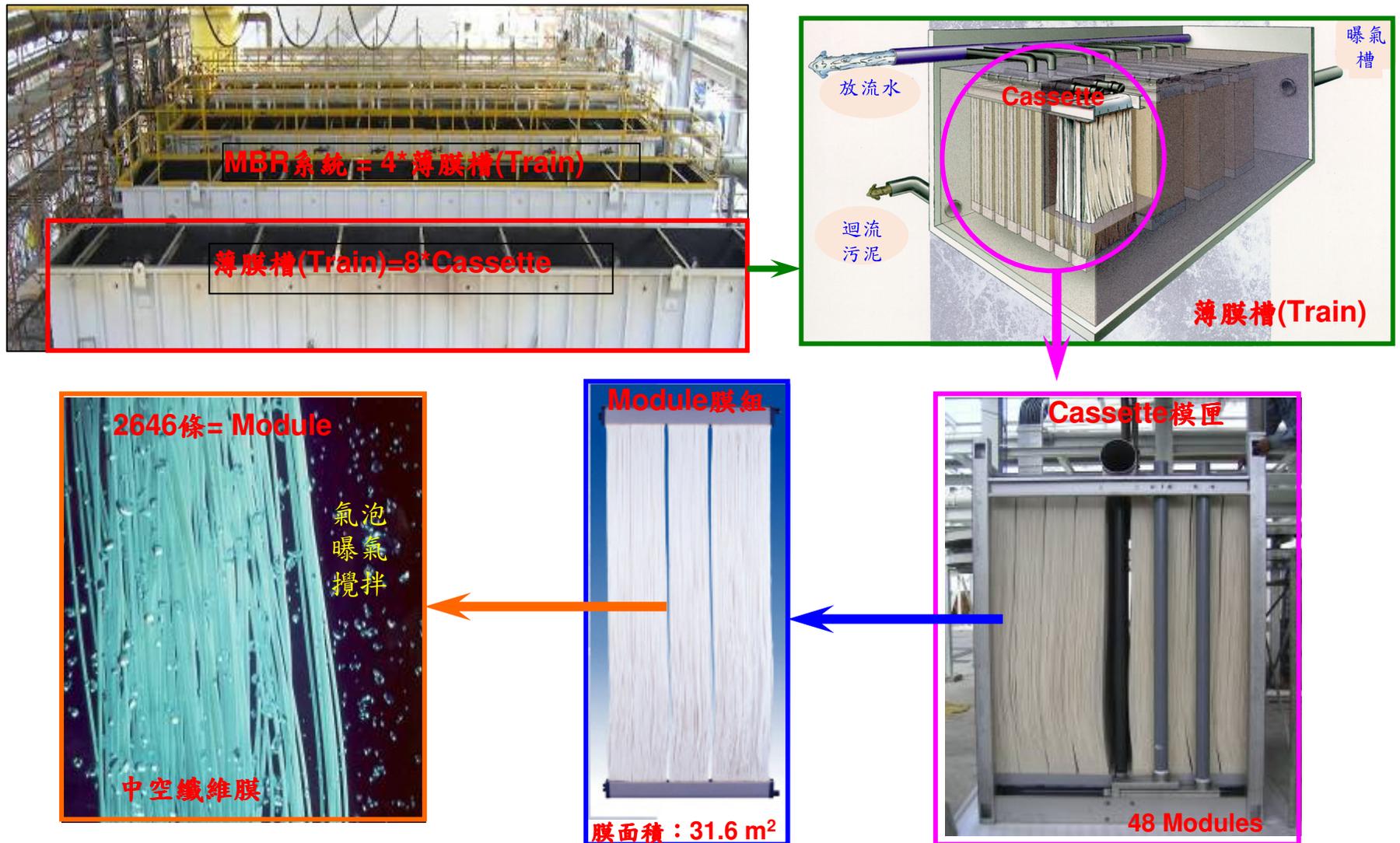


各等級薄膜過濾尺寸範圍

Removal Size Ranges of Membrane Processes



廢水場內既有之生物薄膜(MBR)處理系統圖示



1. 處理水量20,000M³/日，計4個 Train(8*Cassette/Train)，膜表面積合計48,538M²。
2. 空氣曝氣：避免污泥附著薄膜表面。
3. 生物污泥大小：膜孔徑=3~50 μ m : 0.036 μ m =100 : 1 = 網球 : 砂網。

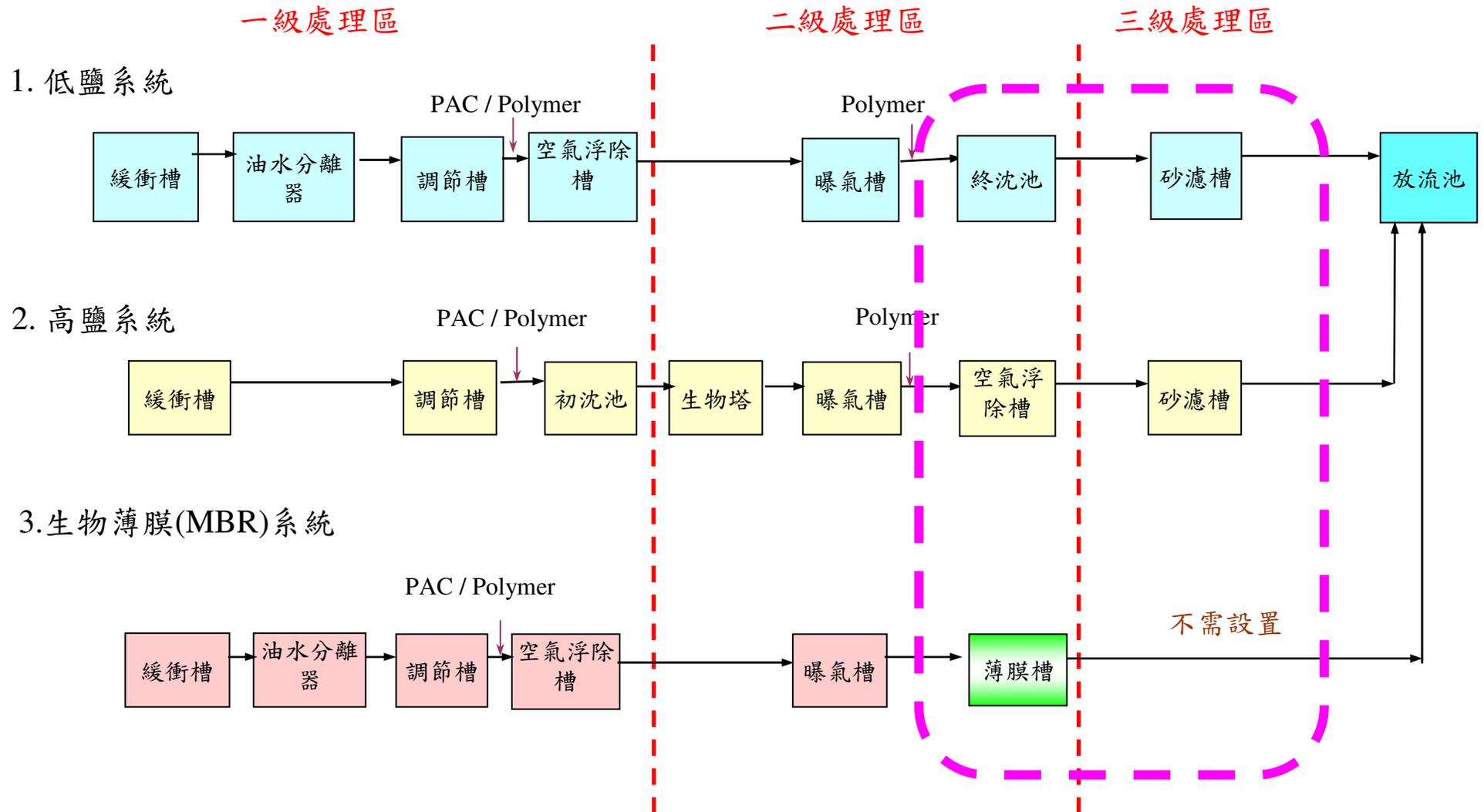


塑化廢水場生物薄膜較傳統活性污泥法之實際優勢比較

項次	項 目	傳統系統	MBR系統
1	設計處理水量(M3/日)	20,000	20,000
2	COD負荷(噸/日)	13.5	13.5
3	曝氣槽污泥濃度(PPM)	2,000~4,000	5,000~10,000
4	佔地面積(M2)	大	小(少20%)
5	終沉池是否添加 Polymer	是	否
6	控制參數(污泥濃度、菌 相、食微比...)	難	易
7	懸浮固體物的去除方式 排放水質	沈澱+砂濾(>100 μ m) SS<20PPM	薄膜過濾(0.036 μ m) SS<5PPM
8	污泥產生量(噸/日)	2.0	1.5(少30-80%)

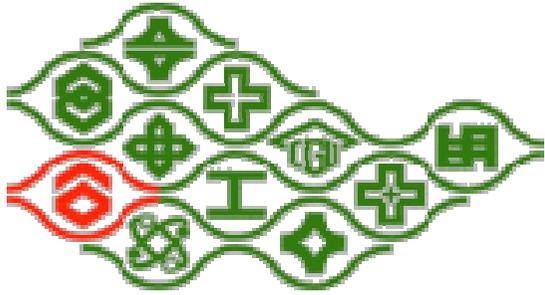


高鹽、低鹽廢水與生物薄膜處理系統流程比較



MBR優勢：節省曝氣槽體積及用地面積、水質耐衝擊性高系統穩定及放流水質佳(SS<5PPM)。





四.設計與處理流程規劃



煉油廠低鹽廢水回收設計

1. 參考國內外廢水回用實績，針對脫鹽廢水及汽提酸水等低鹽廢水，規劃以生物薄膜(MBR)廢水處理設施處理後，回收至冷卻水塔，取代原工業補充水。
2. 原設計MBR處理系統為5,000噸/日×4列，利用歷年節水減排後的餘裕，規劃一列(5,000噸/日)MBR系統，進行處理回用設計。
3. 參考MBR廢水處理實績，並利用現有薄膜過濾優勢，有效降低COD及SS，使處理回收水塔後之操作更穩定。

MLSS(污泥濃度) 5,000~8,000ppm

薄膜孔隙0.036 μm

4. 鹽類低，優於麥寮區工業水水質，經評估後段不設置逆滲透(RO)薄膜。
5. 處理能力設計：處理量5,000噸/日
入水水質COD 1,350ppm及SS 200ppm
出水水質COD < 90ppm及SS < 5ppm。

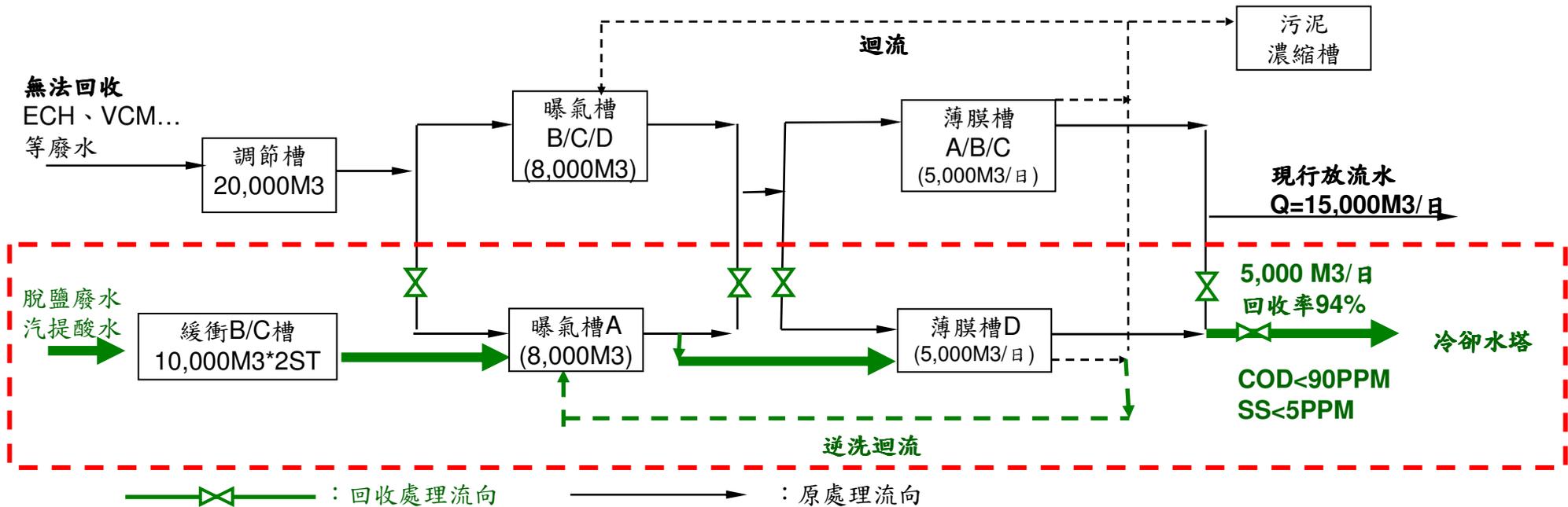


低鹽廢水與設計處理後回收水(新生)水質

項目	處理前 廢水水質	處理後水質 (設計)	冷卻水塔 管制標準
設計回收水量(噸/日)	5,000	4,700	—
氯鹽(ppm)	60	—	< 500
SiO ₂ (ppm)	2.0	—	< 50
電導度 μ s/cm	326	—	< 3,400
COD(ppm)	569	< 90	\leq 90
SS(ppm)	23	< 5	\leq 15
氨氮(ppm)	12.0*	—	\leq 1.0



低鹽生物薄膜廢水系統規劃回收流程(設計5,000噸/日)



1. 利用既有的一列生物薄膜廢水處理系統(5,000噸/日)，進行配管修改並與原高鹽廢水系統隔離。
2. 處理流程：低電導度廢水→緩衝槽B/C(10,000M3/槽×2槽)→曝氣槽A(8,000M3)→薄膜槽(D)→排放水質監測槽(500M3)→12”回收專管→冷卻水塔。



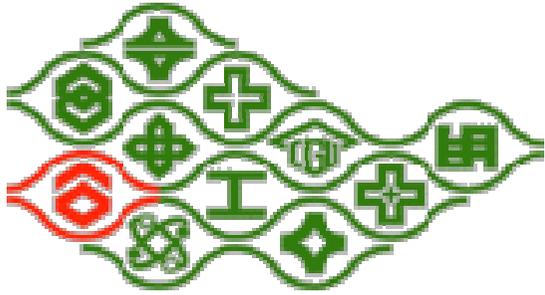
低鹽生物薄膜(MBR)廢水處理設計參數(設計5,000噸/日)

處理系統	設計水量 A, (噸/日)	曝氣槽 容積 B, (M3)	反應/停 留時間 B/A, (小時)	設計 COD C, (PPM) (扣除生物塔 45%)	COD 負荷 D, (噸/日)	體積負荷 D/B, (Kg/M3- 日)
高鹽廢水處理系統	20,859	24,000	27.6	712	14.9	0.62
低鹽廢水處理系統	22,512	24,000	25.6	447	10.1	0.42
低鹽生物薄膜(MBR) 廢水處理系統*	5,000	8,000	(1) 38.4	(2) 569	(2) 2.8	(2) 0.36

備註：1. 反應滯留時間由採用既有設施容積計算而得。

2. 入水COD濃度、負荷與體積負荷為依低鹽廢水實際入水水質計算而得。





五.操作實績及問題檢討

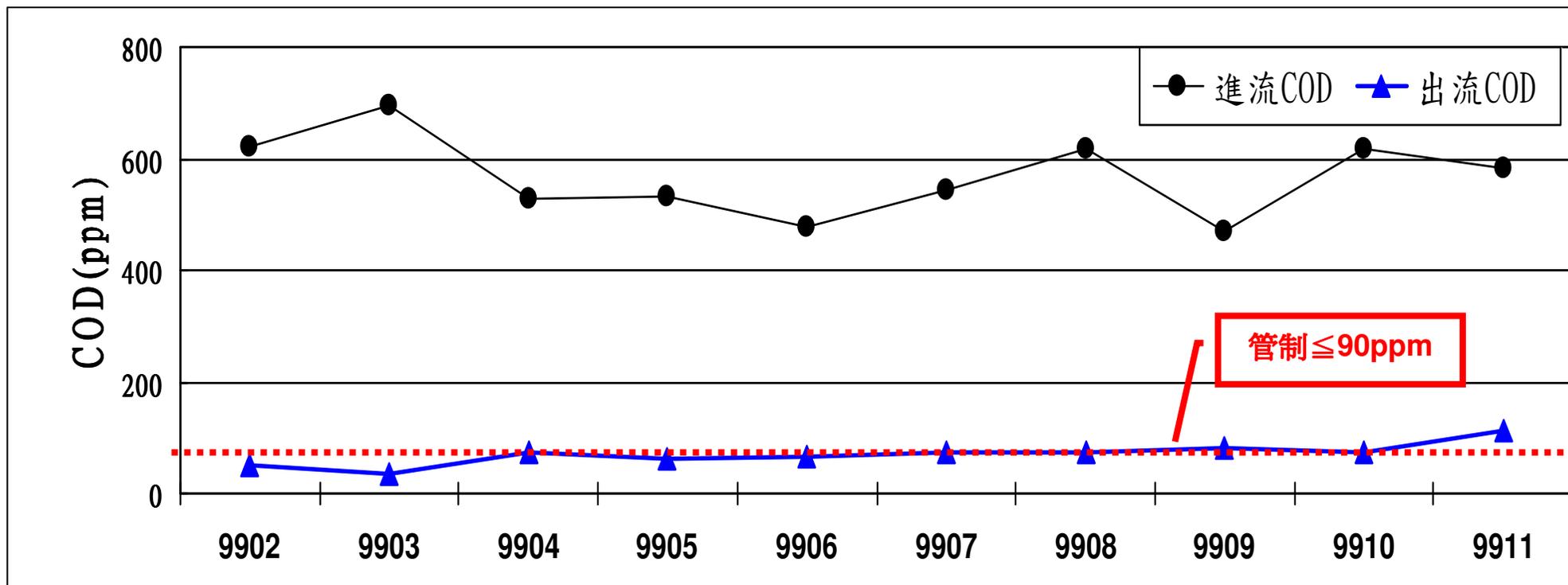


低鹽廢水回收實績(99年度)

1. 98年底完成薄膜系統(MBR) D槽修改後，開始進行污泥馴養。
2. 99年2月份完成馴養，開始將處理後回收水補入冷卻水塔，取代部份工業水。
3. 處理前廢水水質：COD 平均 569ppm、SS 平均 23ppm，處理後 COD 平均 70ppm(去除率 87.8%)、SS 平均 2ppm(去除率 91.6%)，均有達到原先 > 85% 去除率。
4. 本案目前仍於改善操作中，實際最大回收量 1,069 噸/日(99年平均 510 噸/日)。



低鹽生物薄膜COD去除率(%)

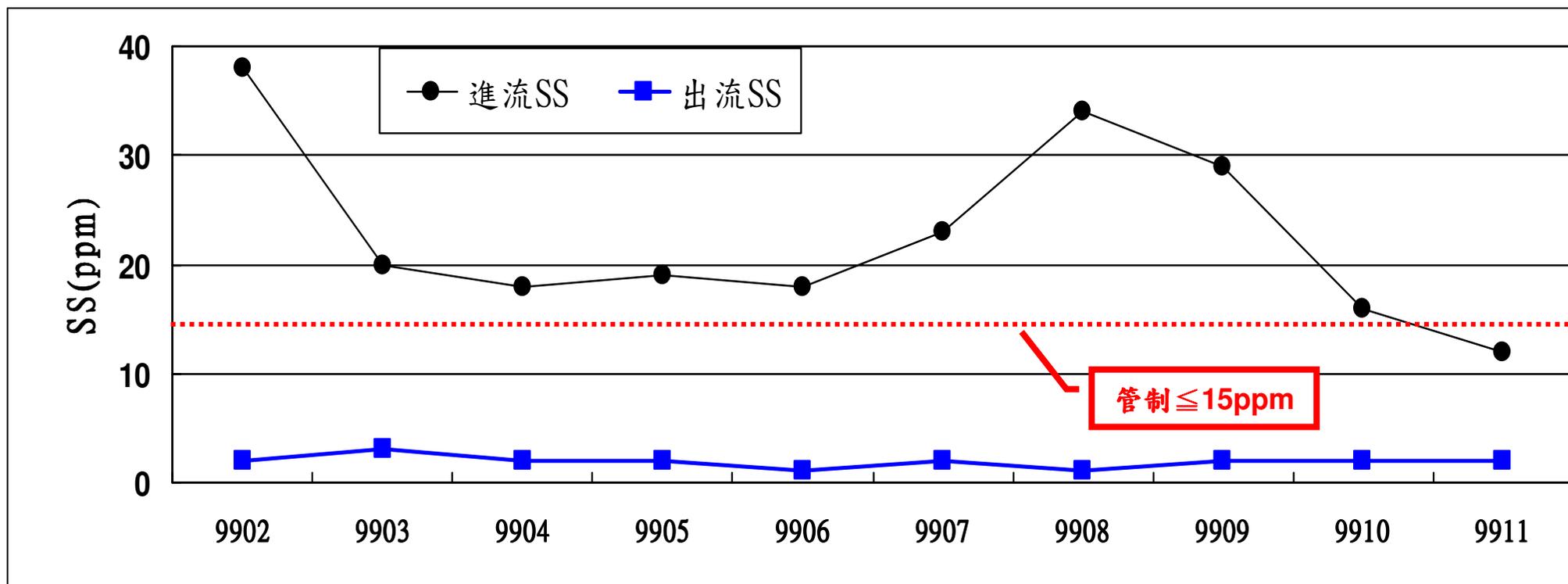


月份	99/02	99/03	99/04	99/05	99/06	99/07	99/08	99/09	99/10	99/11	平均
進流COD	620	694	528	533	479	542	616	469	617	582	569
出流COD	49	36	72	64	67	72	73	81	73	111	70
去除率%	92.1	94.8	86.4	88.0	86.0	86.7	88.1	82.7	88.2	80.9	87.8

註：1.回收水塔COD允收基準管制90ppm。 2.去除率%=(進流COD-出流COD)/進流COD×100%。



低鹽生物薄膜SS去除率(%)



月份	99/02	99/03	99/04	99/05	99/06	99/07	99/08	99/09	99/10	99/11	平均
進流SS	38	20	18	19	18	23	34	29	16	12	23
出流SS	2	3	2	2	1	2	1	2	2	2	2
去除率%	94.7	85.0	88.9	89.5	94.4	91.3	97.1	93.1	87.5	83.3	91.6

註：1.回收水塔SS允收基準管制15ppm。 2.去除率%=(進流SS-出流SS)/進流SS×100%



冷卻水塔補充水管制項目及標準

項 目	工業水 水質	MBR實際 回收水質	水 塔 管制標準	說 明
氯 鹽(ppm)	50	172	<500	1. 回收水實際水質硬度及SS較工業水質佳，氯鹽、導電度及COD均符合水塔管制標準，不影響回收。 2. 僅氨氮濃度(12.1ppm)超過冷卻水塔管制標準。僅能部份替代工業水使用。如以第一套水塔循環水量40,000噸/小時，則可替換994噸/日(14.2%)。
硬 度(ppm)	200	43	<1,200	
導電度 μ s/cm	~530	616	<3,400	
COD(ppm)	<5	70	≤ 90	
SS(ppm)	<3.0	2.0	≤ 15	
氨 氮(ppm)	0	12.1*	≤ 1.0	

備註：依實際氨氮貢獻冷卻水濃度計算，第一套水塔循環水量40,000噸/小時計，可替代工業水補充量994噸/日。同理第二、三套水塔可補充994、1,192噸/日，三套水塔合計3,180噸/日。



低鹽回收現況問題點及改善對策(99年度)

項次	現況問題點	改善對策	預(完)成日
1	回收水含有H ₂ S(二價硫離子)，造成第一套水塔腐蝕率增加	將原穩定磷方案更新為鹼性鋅方案，99年12月完成替換。可增加回收量994噸/日。	100.01/14 (已完成)
2	回收水質氨氮偏高，將增配回收至第三套冷卻水塔，提高回收量	增配管線已於100/05/25完成。可增加回收水量1,192噸/日。(投資5,187仟元)	100.05/30 (已完成)
3	低鹽廢水COD負荷低，污泥無法有效生長，影響COD去除率	修改曝氣槽體積，提高體積負荷，避免污泥老化崩解，影響處理效率。(投資500仟元)	100.12/31
4	脫鹽廢水於原油轉槽時易發生含油情況，影響薄膜壽命	<ol style="list-style-type: none"> 1. MBR低鹽回收系統增設前段加壓浮除設備去除油脂。(投資9,401仟元) 2. 更換薄膜： <ol style="list-style-type: none"> 1). 第一次全部更新薄膜。 2). 將來依實際經驗操作壽命，規劃薄膜更新排程。 	100.12/31



低鹽回收現況問題點及改善對策(99年度)

問題4：脫鹽廢水於原油轉槽時易含油，影響薄膜壽命

薄膜受油污染附著



薄膜受油附著照片



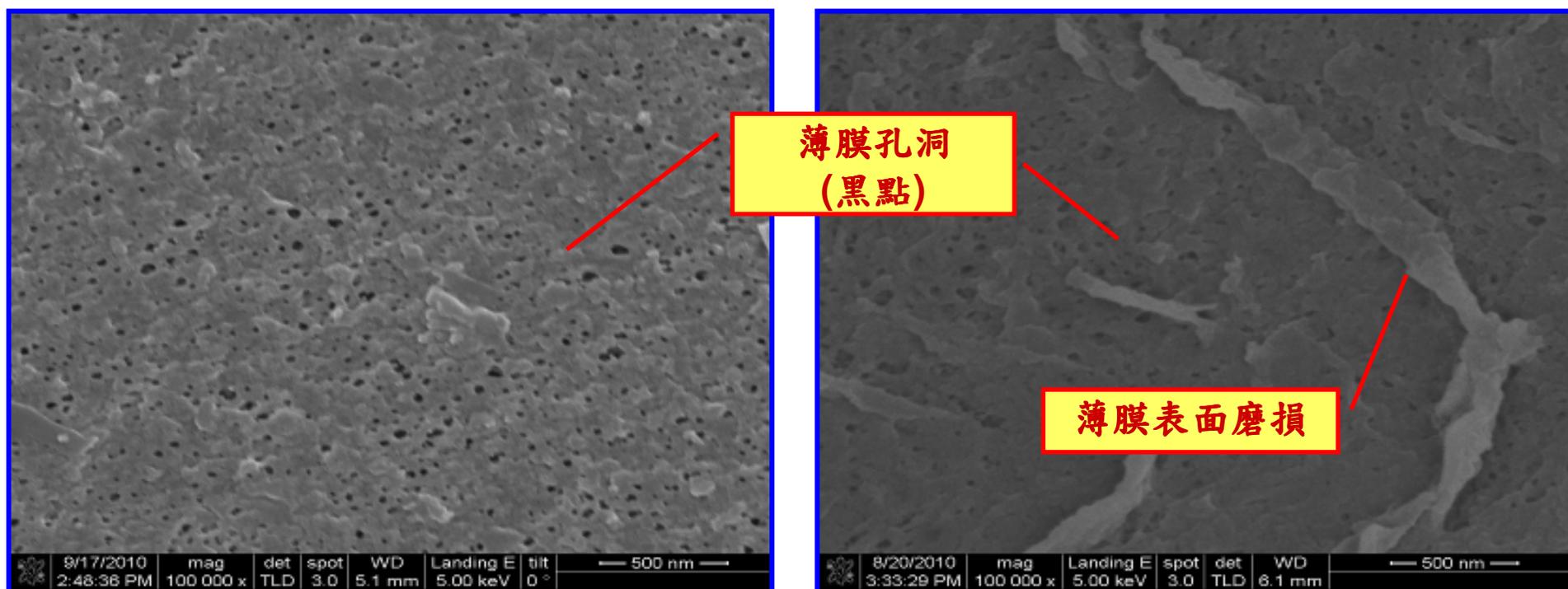
薄膜受油附著照片



低鹽回收現況問題點及改善對策(99年度)

問題4：脫鹽廢水於原油轉槽時易含油，影響薄膜壽命

新膜與現膜藥洗後，電子顯微鏡100,000倍比較



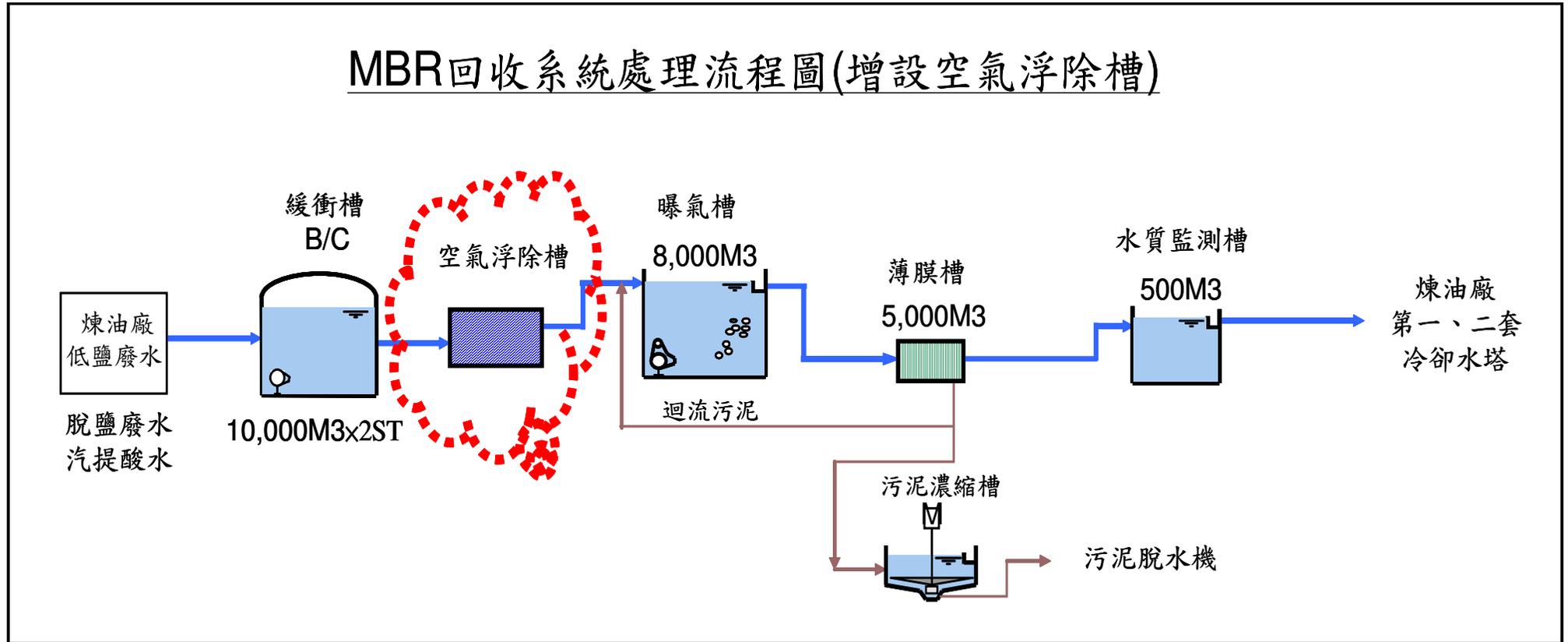
新膜薄膜孔洞

現況薄膜孔洞
(99.08.18送樣)



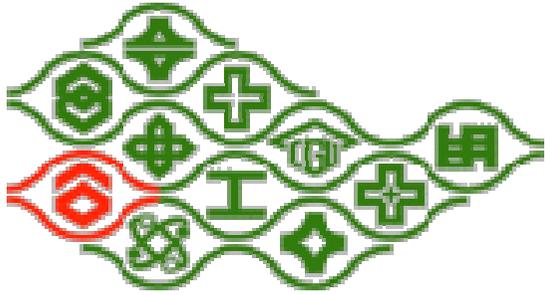
低鹽回收現況問題點及改善對策(99年度)

問題4：脫鹽廢水於原油轉槽時易含油，影響薄膜壽命



改善對策：將規劃於曝氣槽前，增設加壓浮除設備去除油脂，以確保薄膜處理效率，預計100/12/31完成。





六. 效益分析

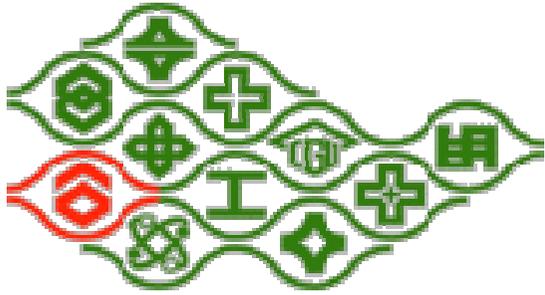


低鹽生物薄膜(MBR)廢水回收 效益分析

項次	項目	單位	設計	99年實際測試	100年改善後預期
1	入水量	噸/日	5,000	2,991	3,383
	回收水量	噸/日	4,700	510	3,180
2	MBR薄膜設施修改成本	仟元	25,700	25,700	25,700
	系統修改成本	仟元	57,228	32,717	47,805
	投資成本	仟元	82,928	58,417	73,505
3	投資費用	元/噸 (15年攤提)	3.1	19.9	4.0
	操作成本 (含折舊費用)	元/噸	41.1	57.9	42.0

備註：回收水量以水塔補水量計，最大補水量3,180噸/日。





七. 結 語



結 語

1. 煉油廠低鹽廢水(脫鹽廢水+汽提酸水)經生物薄膜(MBR)處理後，**COD、SS**均可符合水塔管制標準。
2. 現況回收水量主要受限於**氨氮濃度**，預估**最大回收量3,180噸/日(佔補水量14.2%)**。投資金額累計達**73,505仟元**，換算**投資成本4.0元/噸**與原廢水運轉費用**38.0元/噸**，合計**操作費用42.0元/噸**。
3. 本案目前仍於改善操作中，**99年度**因僅可回收至第二套水塔且持續測試中，回收量平均僅**510噸/日**。
4. 尚餘低鹽廢水**COD**負荷低影響污泥生長及脫鹽廢水易含油問題須改善，預定**100年底**完成。





簡報完畢 敬請指導

