

鋁胚澆鑄直接冷卻水處理及回收

- 一、鋁胚產品製程簡介
- 二、鋁胚澆鑄直接冷卻水問題
- 三、水處理與回收
- 四、結論與建議

1

陳彥旻

中鋼公司綠能與系統整合研發處

環保技術組 研究員

一、鋁胚產品製程簡介

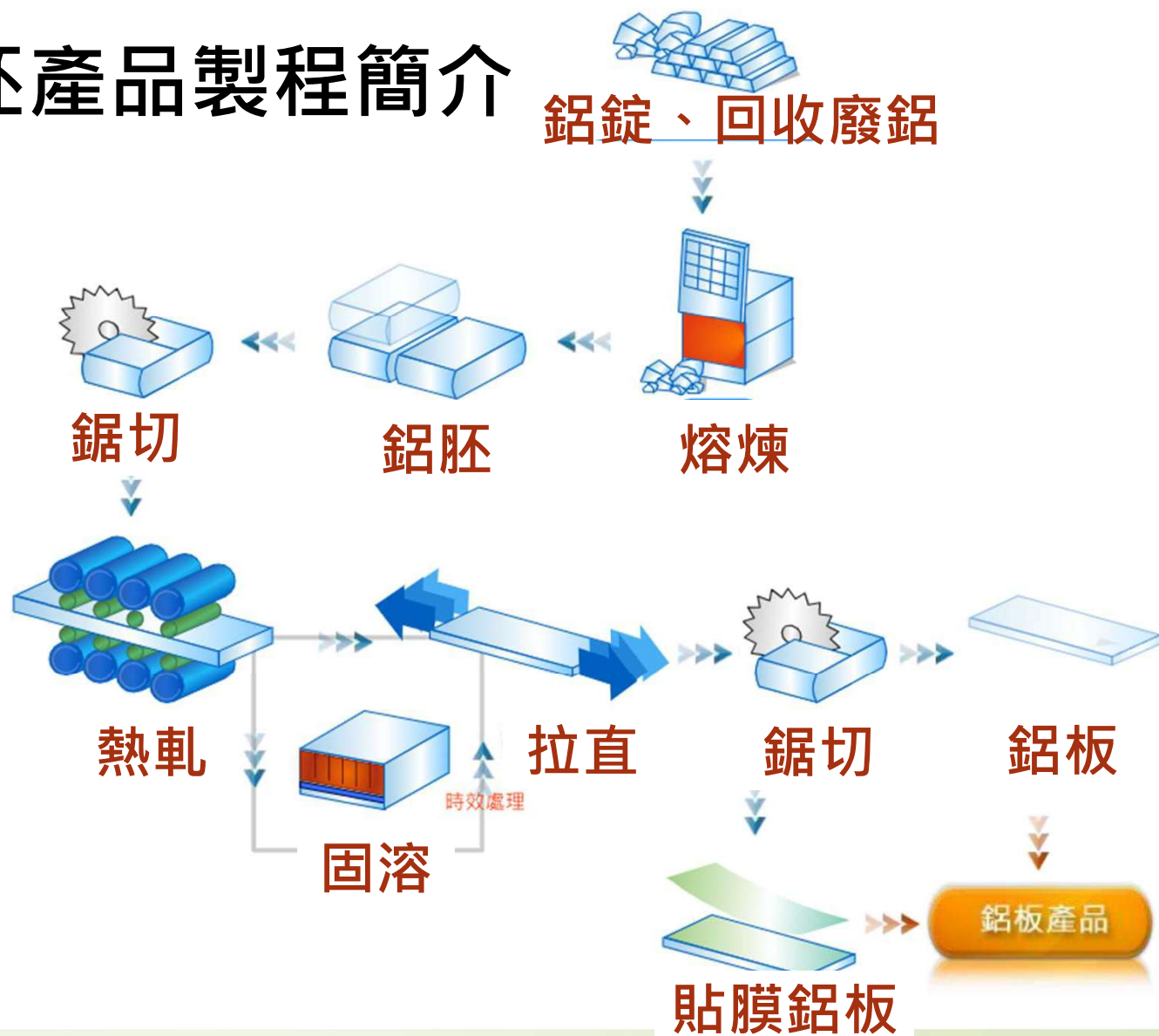
鋁胚產品

1. 鋁板

2. 塗漆產品

3. 鋁捲、鋁片

4. 鋁箔



鋁胚產品

1. 鋁板

2. 塗漆產品

3. 鋁捲、鋁片

4. 鋁箔



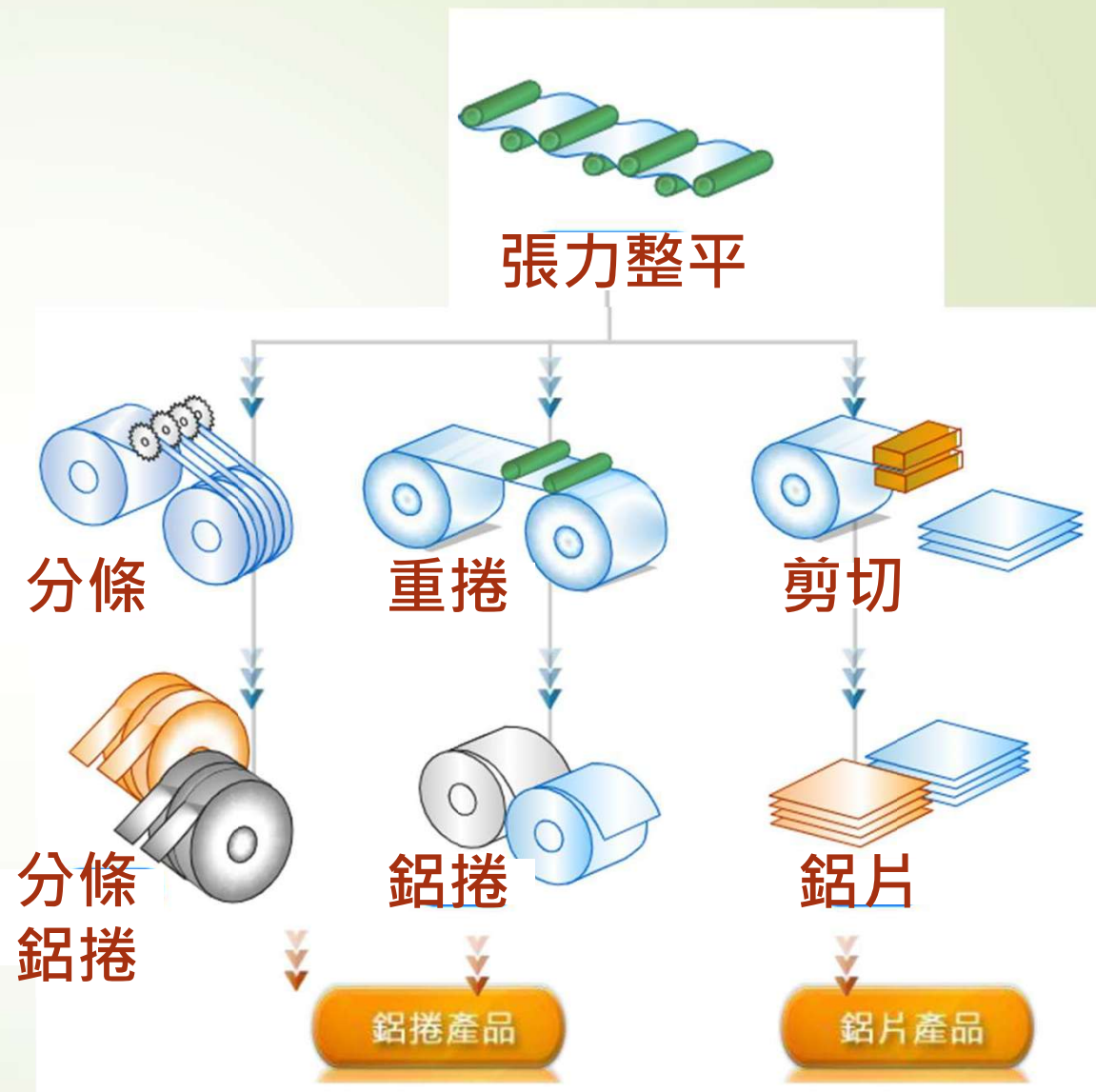
鋁胚產品

1. 鋁板

2. 塗漆產品

3. 鋁捲、鋁片

4. 鋁箔



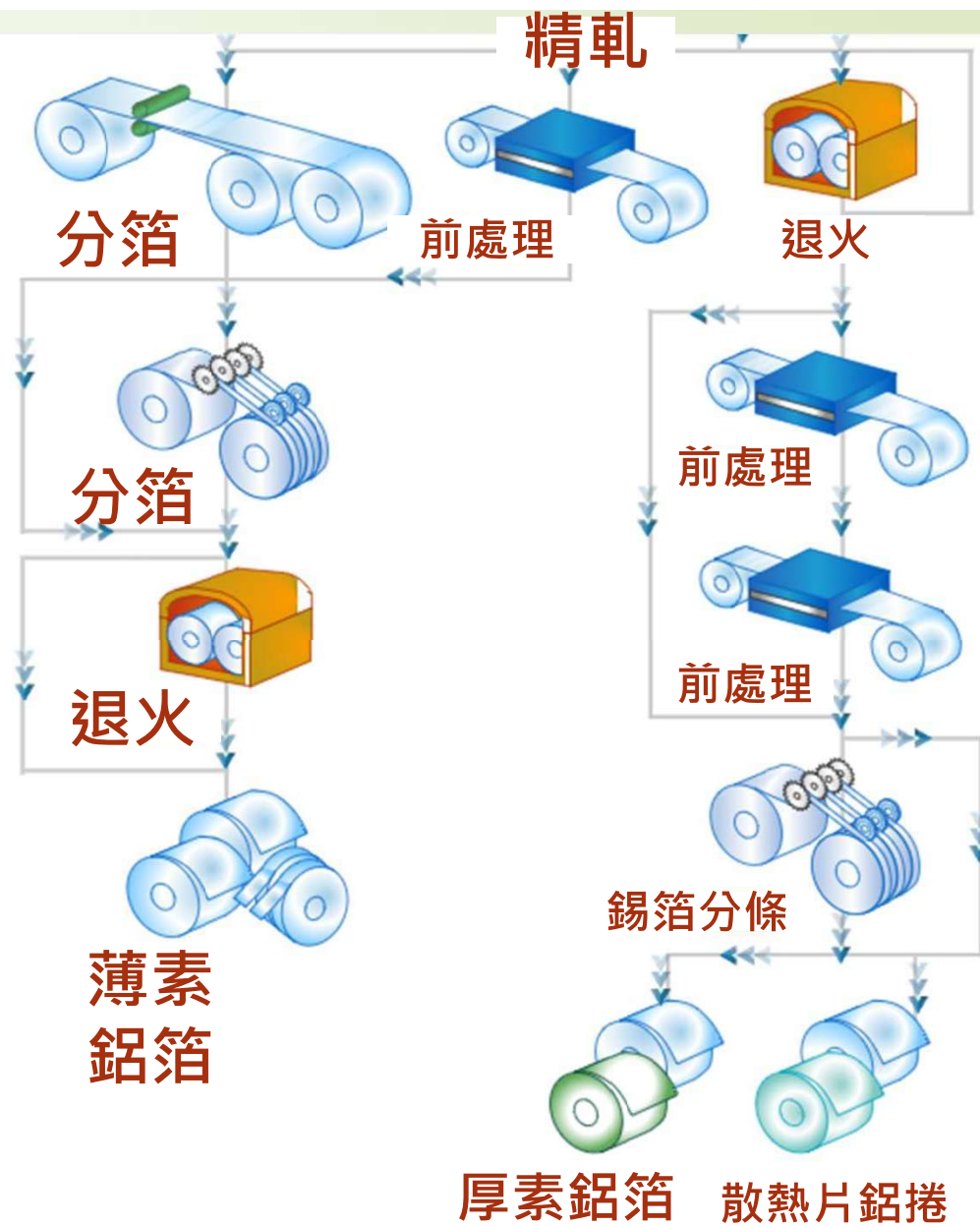
鋁胚產品

1. 鋁板

2. 塗漆產品

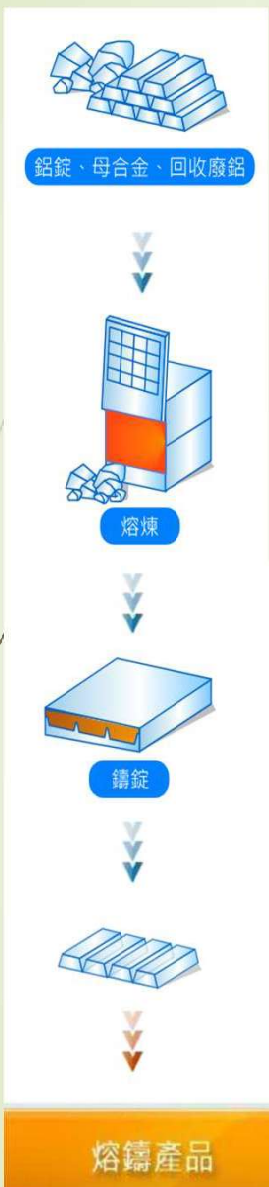
3. 鋁捲、鋁片

4. 鋁箔

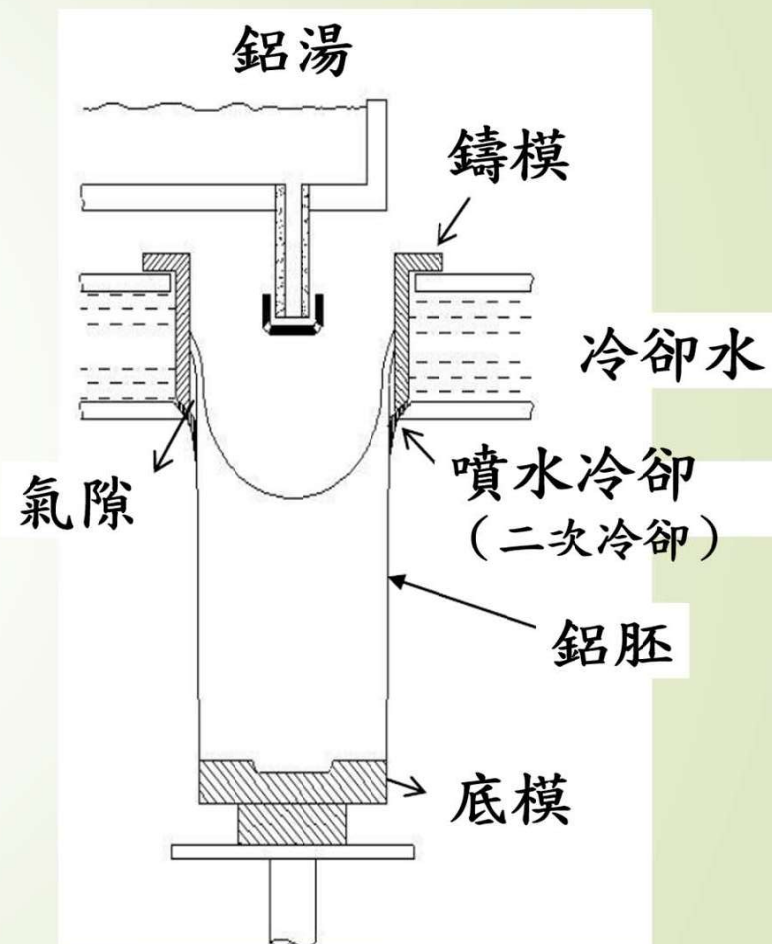


一、鋁胚產品製程簡介

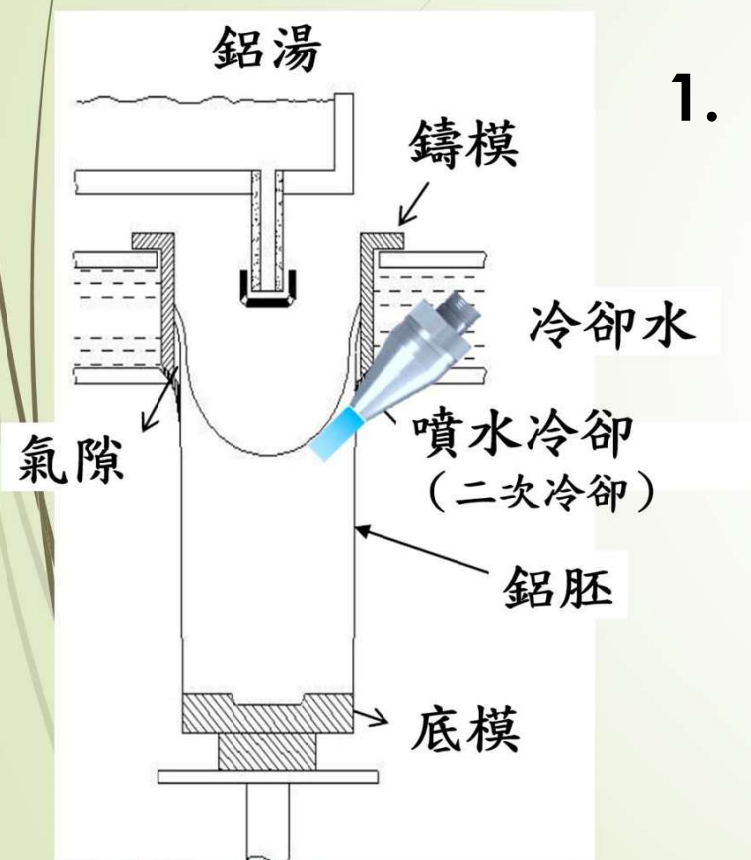
6



鋁胚澆鑄製程



二、鋁胚澆鑄直接冷卻水問題



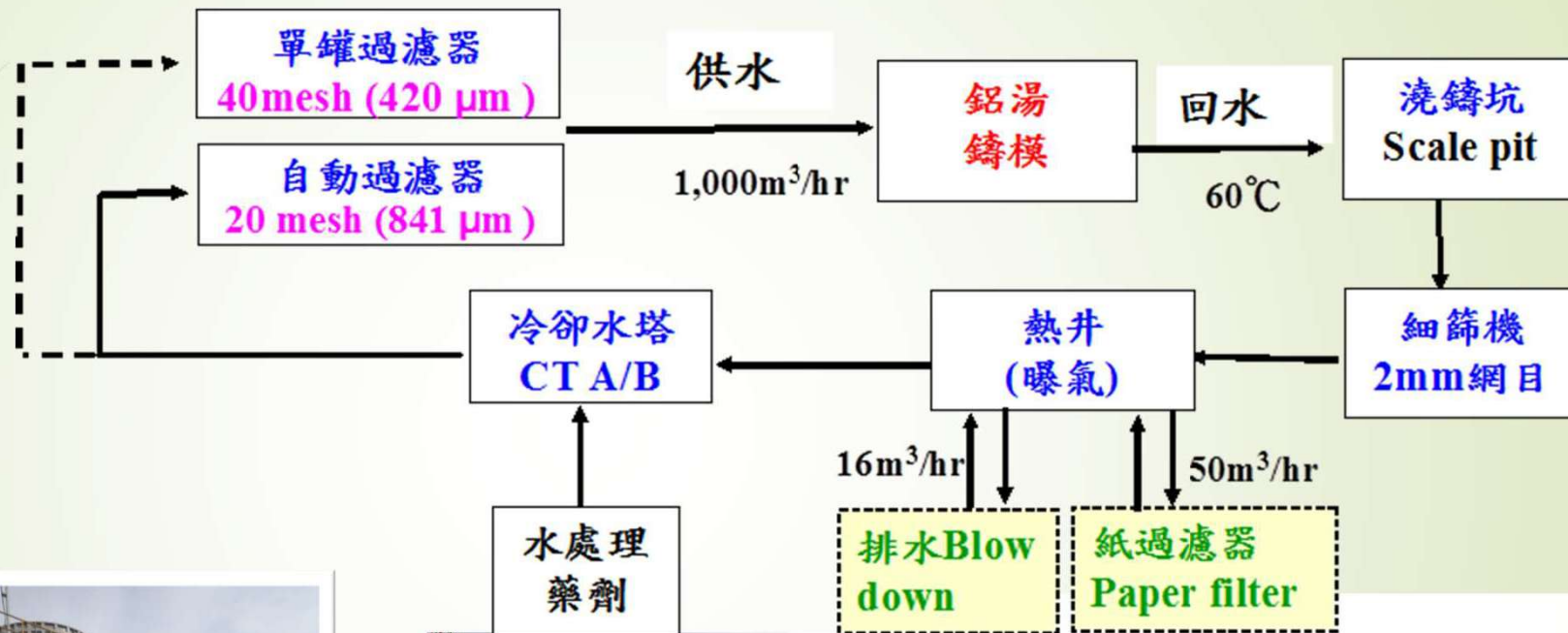
1. 鋁胚凝固殼表若**水幕不均**或供水不穩而有**局部熱點**，該處易引發**失水直向裂**或**漏鋁**等缺陷。



二、鋁胚澆鑄直接冷卻水問題

8

舊有鋁胚澆鑄直接冷卻水處理



二、鋁胚澆鑄直接冷卻水問題

9



熱井表面浮泥

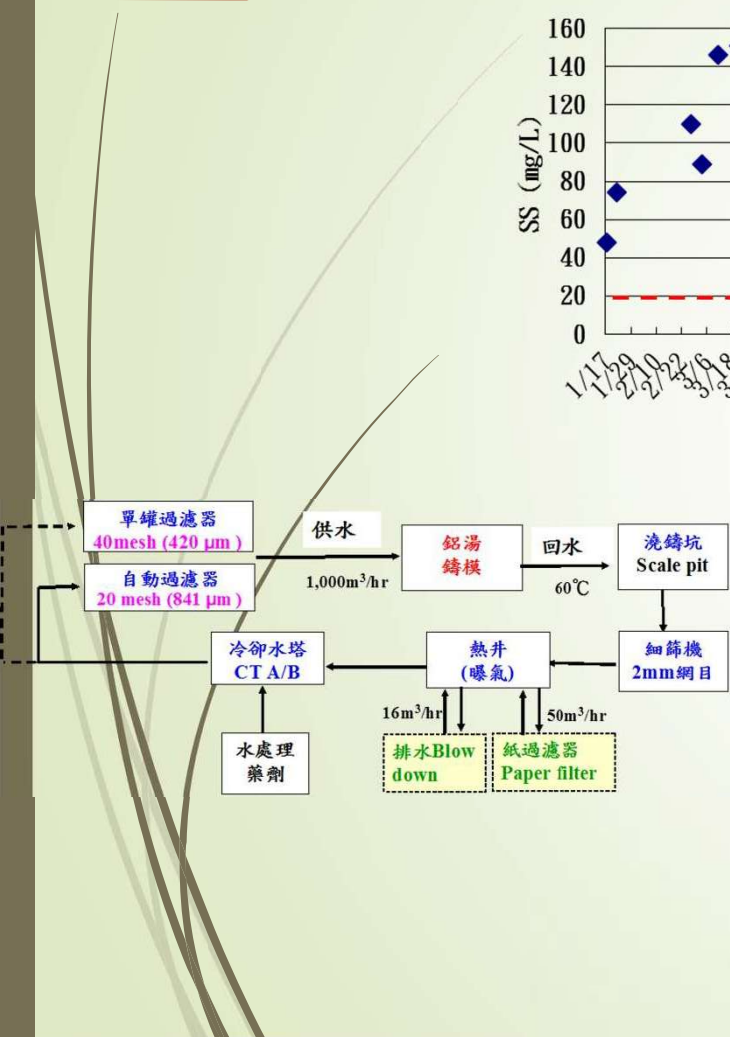
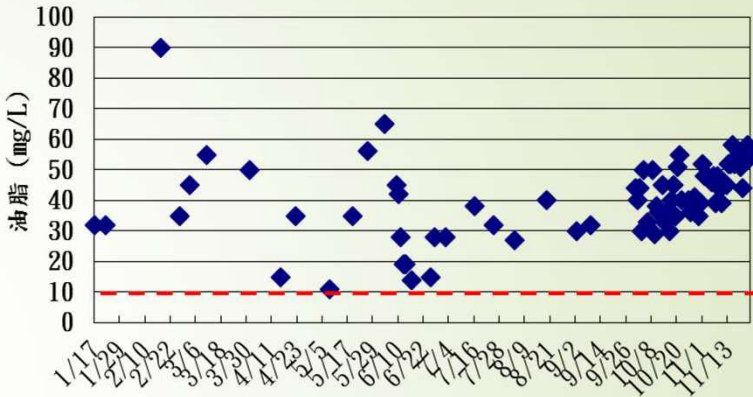
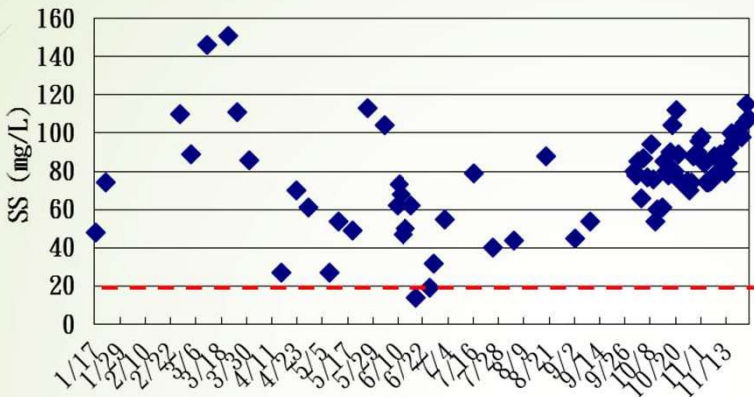


冷卻水塔濾網

2. 澆鑄過程中，模壁貼附之**耐火玻璃纖維布**脫落、模壁**潤滑油**高溫焦化等造成直接冷卻水中**SS**增高。
3. 模壁使用潤滑油更造成水中**油脂**與**COD**含量增高。**COD**增加亦造成**微生物滋生**，導致**鑄模水孔阻塞**、**水幕不均**，影響鋁胚品質及生產作業

二、鋁胚澆鑄直接冷卻水問題

鋁胚澆鑄直接冷卻水水質



	pH	導電度 (uS/cm)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	Oil (mg/L)	濁度 (NTU)	總菌數 (CFU/mL)	Ca-H	T-H	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
熱井	7.8	1286	90	290	96	149	1.20E+07				
紙濾出水	7.9	1277	107	312	76	163	8.50E+06				
冷卻水塔出水	7.9	1278	87	287	114	139	1.10E+07	390	534	182	131
自動過濾器出水	7.7	1277	77	272	108	133	1.00E+07				
標準	7.2~8.5	<3500	<20	<100	<10	<20	< 1.00E+04	<600			

SS、COD、油脂、總菌數水質遠超出建議值

三、水處理與回收

1. 緊急應變
2. 最佳紙濾機濾紙篩選
3. 新增處理單元評估與落實
 - 3.1 破乳浮除模場
 - 3.2 直接冷卻水系統負荷計算與模擬
 - 3.3 破乳浮除實場落實
 - 3.4 效益分析
 - 3.5 系統擴增評估
 - 3.5.1 UF膜場測試
 - 3.5.2 節水效益評估

三、水處理與回收

1. 緊急應變

- ➡ 直接冷卻水系統水場初期並無適當排補水機制，造成濁度、油脂等濃縮累積，運作上僅靠全量換補自來水，造成水質劣化並增加補排水處理成本。
 - ➡ 擬訂 $20 \text{ m}^3 / \text{h}$ 之補排水水量及降低濃縮倍數至 <2 等運維策略
- ➡ 原處理流程中紙濾機及自動過濾器與單罐過濾器等設備無法發揮濁度、油脂、SS及COD等去除功效，因此無法改善水質，且水中總菌數偏高。
 - ➡ 添加消毒藥劑於澆鑄坑內，並於經超氯施作，並投入第二線非氧化性殺菌劑後已可長期穩定於規範內。

三、水處理與回收

13

2.最佳紙濾機濾紙篩選

	原水	A 濾紙 濾後	B 濾紙 濾後	原濾紙 濾後	原水	D 濾紙 濾後
SS (mg/L)	27	23.6	24.4	26.8	28	22
濾布上重量 (mg)	—	3.4	1.8	0.8		6.2
d(0.1) μm	1.712	1.263	1.319	1.364	10.07	1.393
d(0.5) μm	19.06	10.51	11.75	11.21	125.6	40.21
d(0.9) μm	111.7	42.02	53.23	48.95	372.1	161.1
油脂 (mg/L)	14.1	9.3	8.5	12.8	7	5
備註	—	1.可完全去除 150 μm 以上 顆粒，並對 40 μm 以上 顆粒去除顯著。 2.油脂去除率 34% 3.SS 去除率 12.6%	1.可完全去除 200 μm 以上 顆粒，並對 50 μm 以上 顆粒去除顯著。 2.油脂去除率 40% 3.SS 去除率 9.6%	1.可完全去除 200 μm 以上 顆粒，並對 50 μm 以上 顆粒去除顯著。 2.油脂去除率 9.2% 3.SS 去除率 0.7%		1.可完全去除 700 μm 以上 顆粒。 2.油脂去除率 28% 3.SS 去除率21%

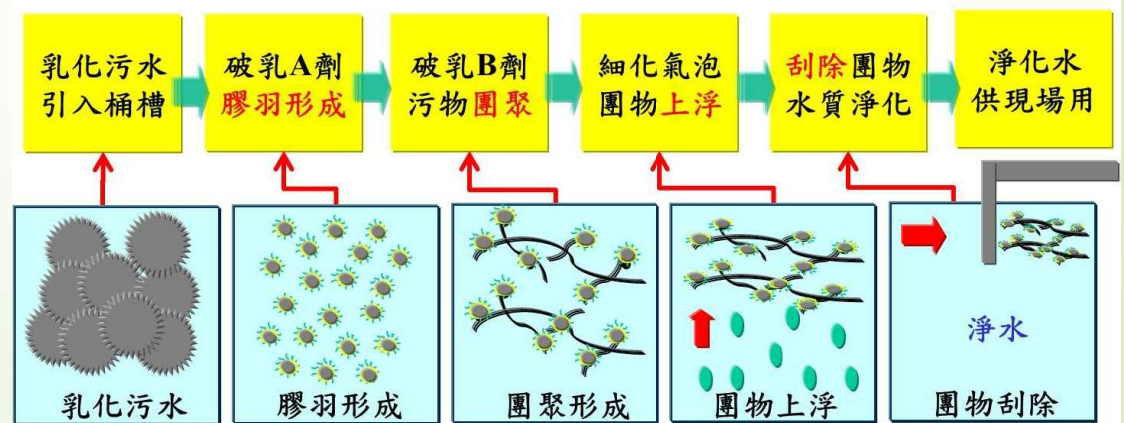


油脂去除率最高之B濾紙為優先選擇，次以油脂去除率次之A濾紙為主

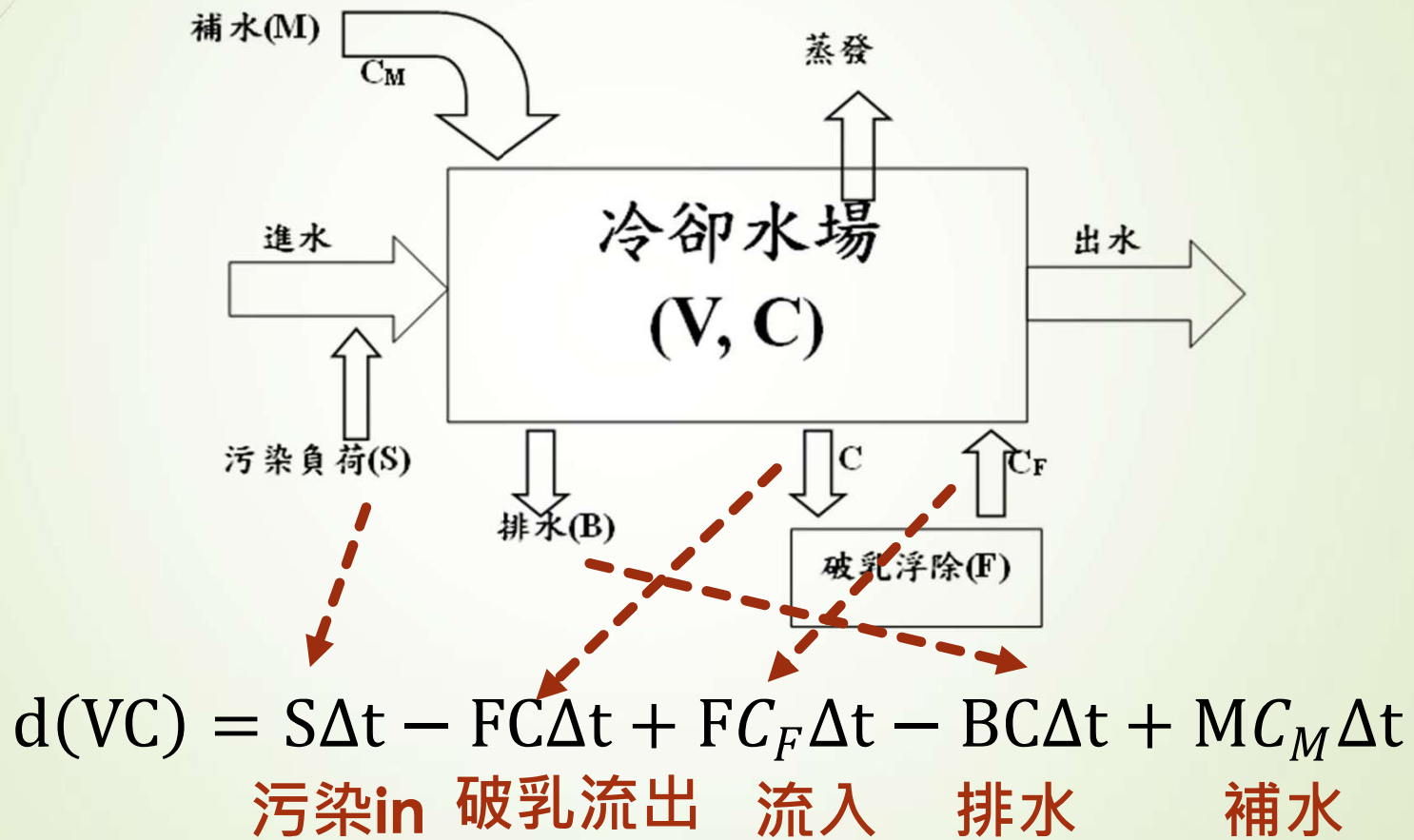
3.1 破乳浮除模場

- 藉由添加破乳劑與混凝劑並藉由溶解空氣浮除濃縮(dissolved air flotation thickening, DAF)程序，去除水中油脂及SS等污染物質

	pH	導電度 (μ S/cm)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	油脂 (mg/L)	濁度 (NTU)	Ca-H	T-H	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
冷卻水塔出水	7.9	1278	87	287	114	139	390	534	182	131
浮除出水	6.4	1209	10	76	5	4.7	348	475	158	312
標準	7.2~8.5	<3500	<20	<100	<10	<20	<600			



3.2 直接冷卻水系統負荷計算與模擬



3.2 直接冷卻水系統負荷計算與模擬

$$d(VC) = S\Delta t - FC\Delta t + FC_F\Delta t - BC\Delta t + MC_M\Delta t$$

積分後可得

$$C = \frac{S + C_F \times F + M \times C_M}{F + B} + [(F + B) \times C_0 - (S + C_F \times F + M \times C_M)] e^{-(t-t_0)\frac{F+B}{V}}$$

其中，產能對於油脂之貢獻量 $S(\text{g/h}) = \text{產量}(\text{噸/d}) \times 0.61$

產能對於 SS 之貢獻量為 $S(\text{g/h}) = \text{產量}(\text{噸/d}) \times 1.27$

$V = \text{系統體積}(\text{m}^3);$

$C = \text{系統污染物平衡濃度}(\text{mg/L});$

$F = \text{浮除系統流量}(\text{m}^3/\text{h});$

$C_F = \text{浮除系統出水污染物濃度}(\text{mg/L});$

$B = \text{排水流量}(\text{m}^3/\text{h});$

$M = \text{補水流量}(\text{m}^3/\text{h});$

$C_M = \text{補水中污染物濃度}(\text{mg/L});$

參數率定

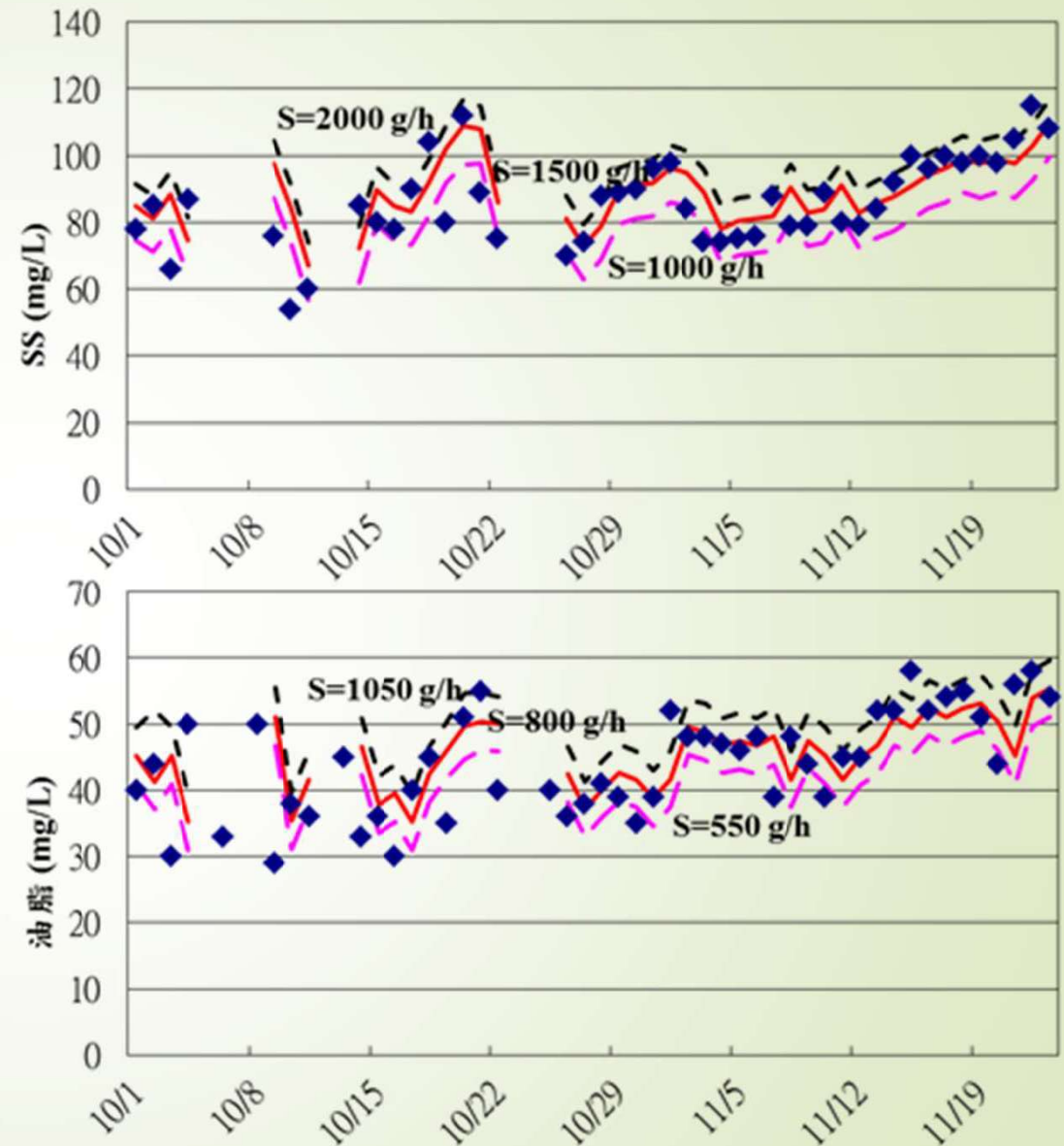
1. 收集過去操作條件、水質分析數據，進行參數**S**率定。

2. 再建立**S**與產量相關性

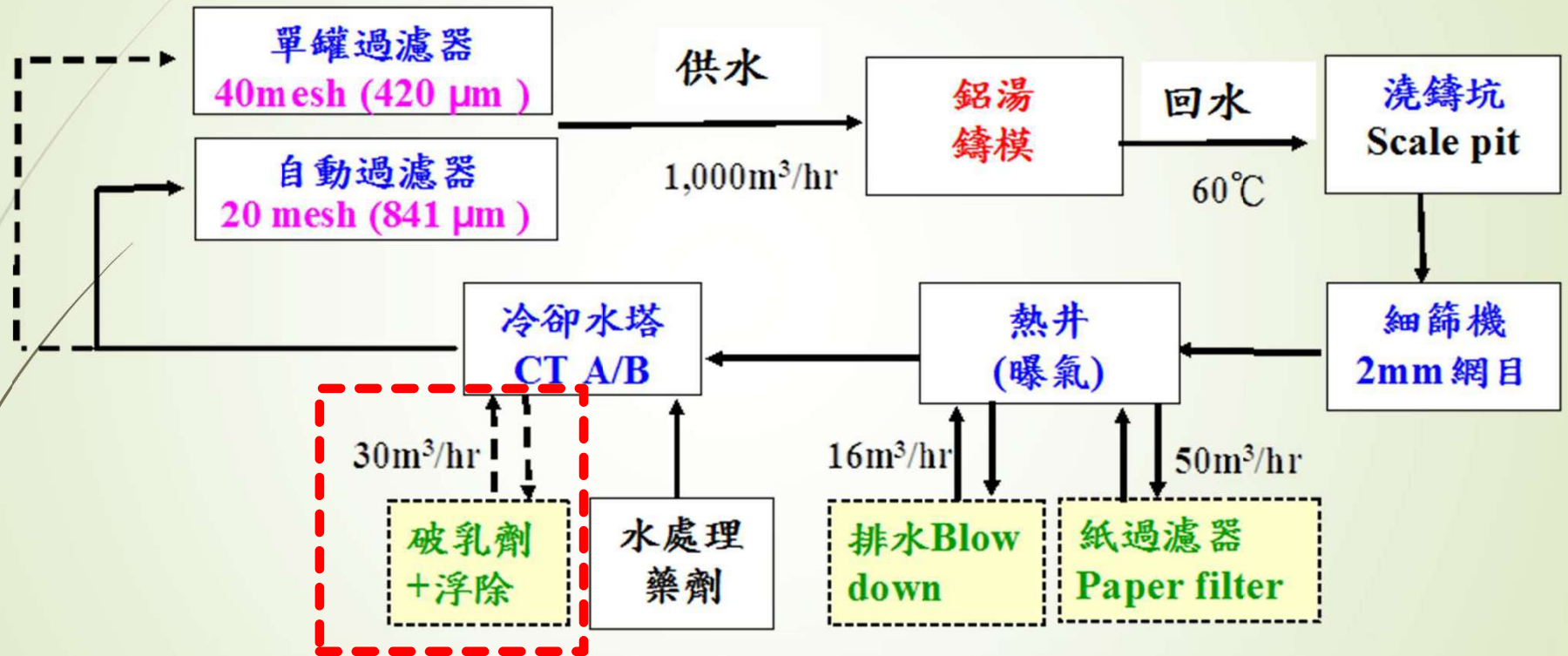
3. $S_{\text{油脂}} = \text{產量} * 0.61$

$S_{\text{懸浮顆粒}} = \text{產量} * 1.27$

確認系統污染物與產量相關性，
成功建立進出流質量平衡模型



3.3破乳浮除實場落實

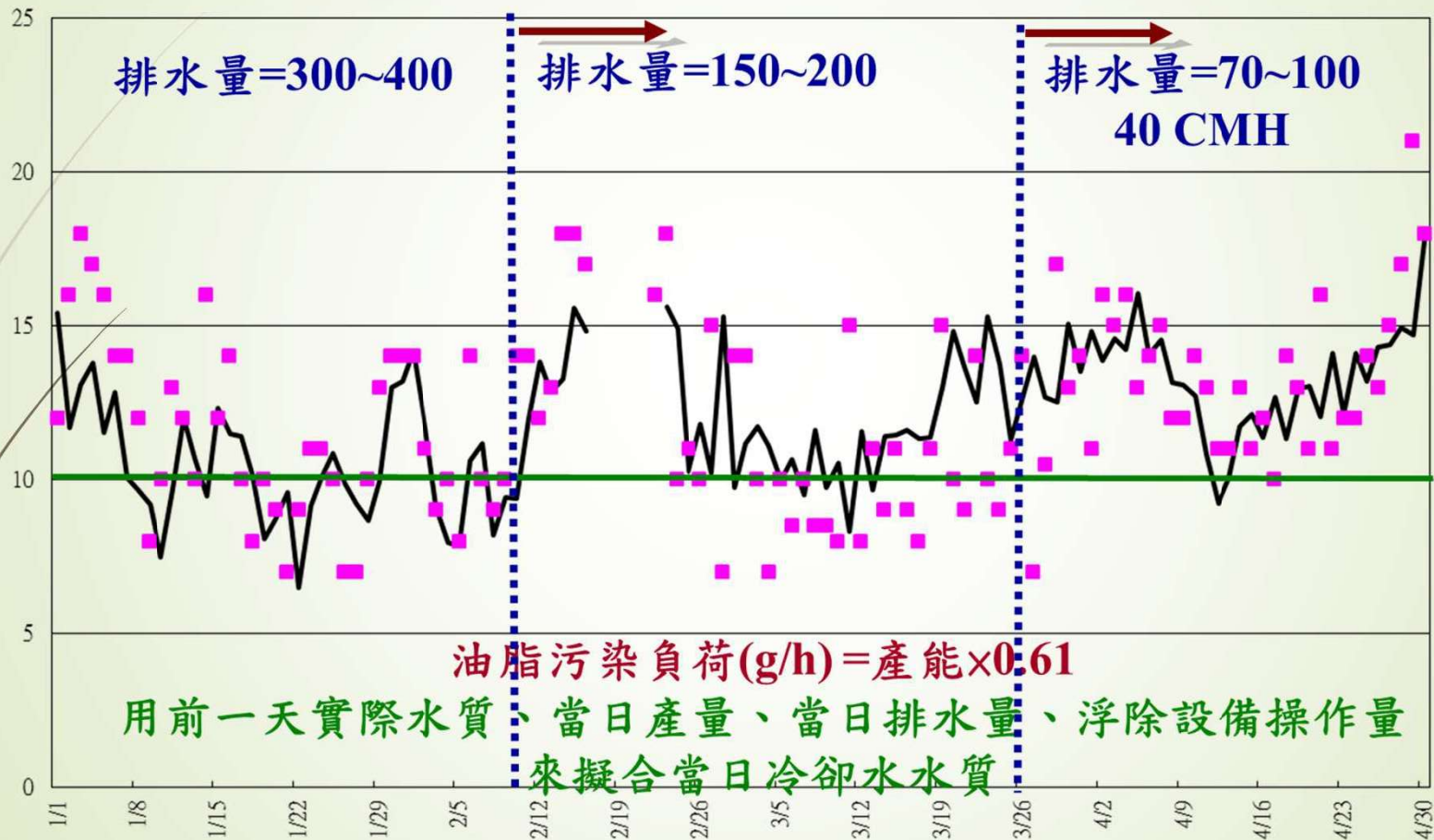


新增30CMH
破乳浮除單元

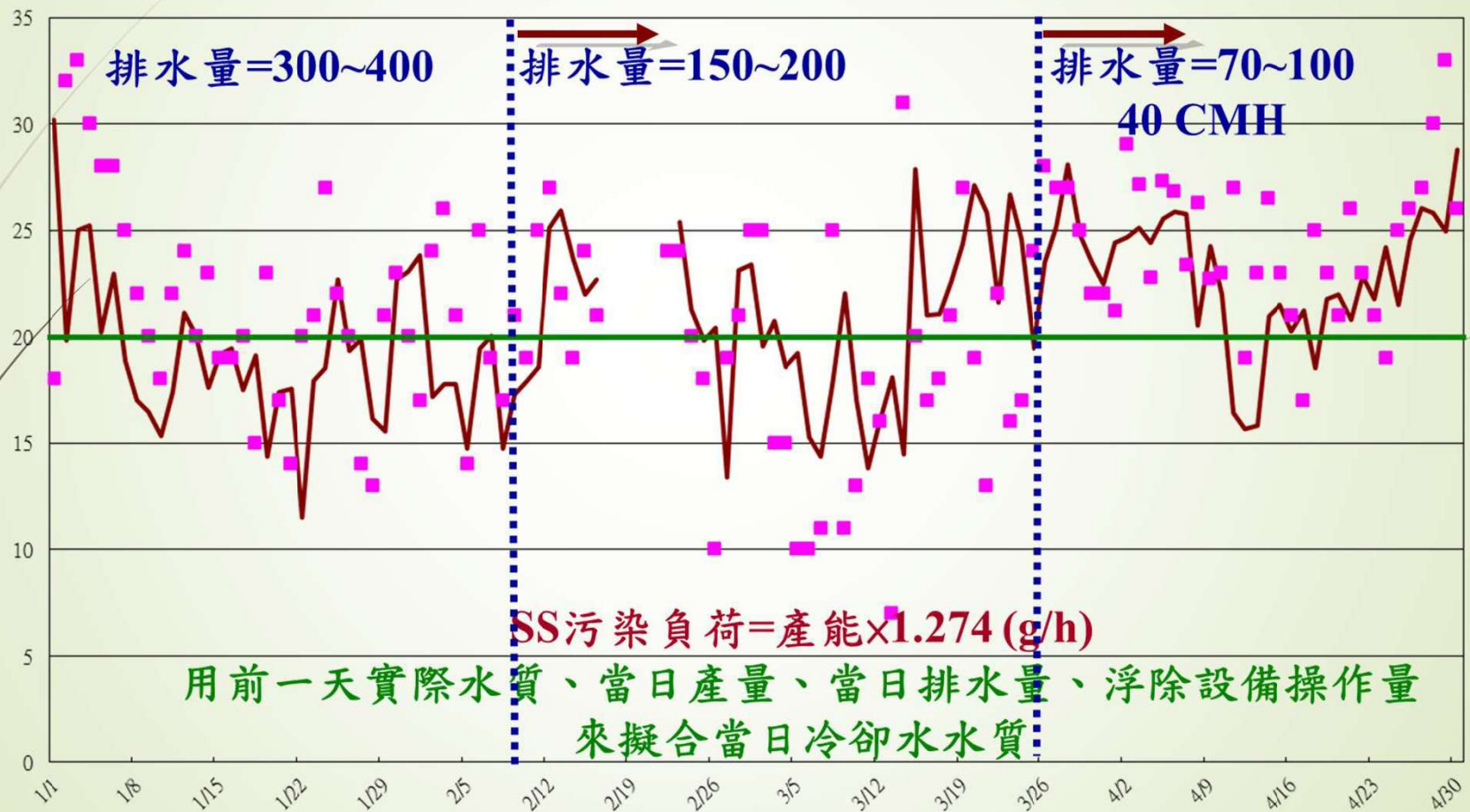
3.3 破乳浮除實場落實



3.3破乳浮除實場落實



3.3破乳浮除實場落實

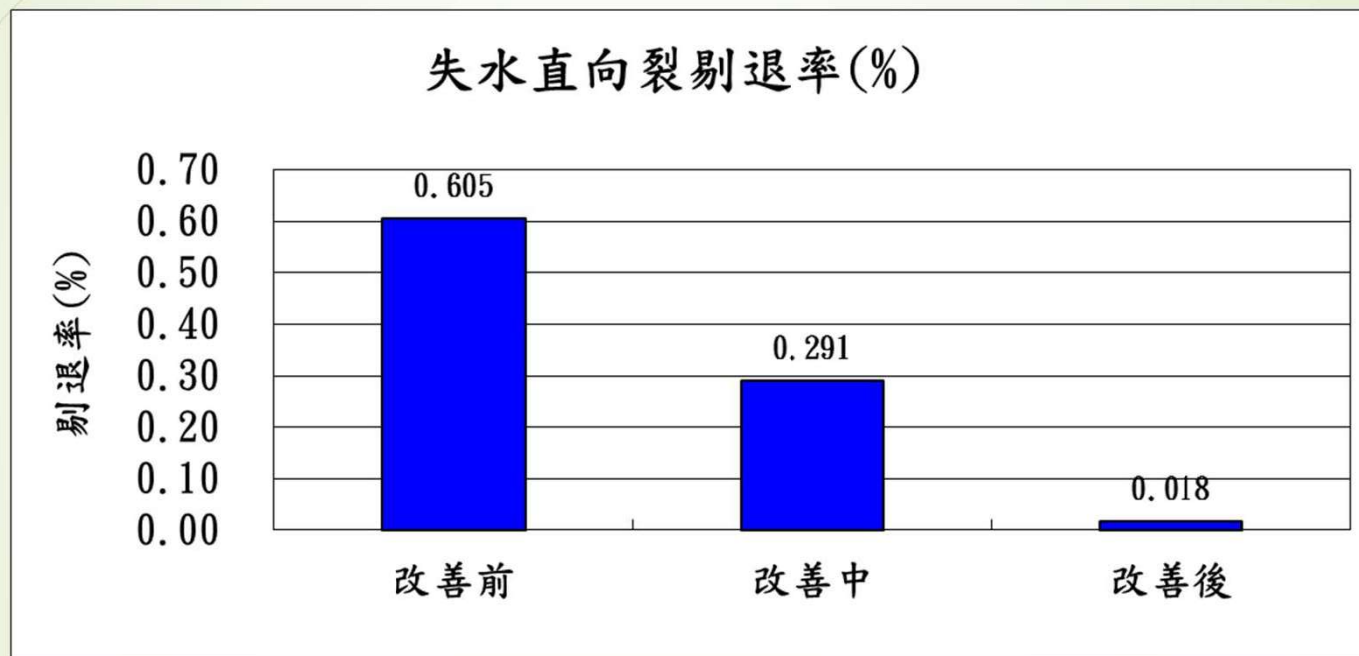


3.3破乳浮除實場落實

1. 已能用前一天水質資料、預計當日產能、浮除設備操作水量、冷卻水水質標準，設定排水量。
2. 未來規劃SS線上監測數據，連動浮除系統處理水量、排補水量，達最優水質及最低

	INPUT		
今日預計排水量=	80	m ³ /d	
今日預計鋁胚產量=	550	ton/d	
今日破乳浮除流量=	40	m ³ /h	
昨日油脂濃度=	10	mg/L	
昨日SS濃度=	20	mg/L	
破乳處理出水油脂=	7	mg/L	
破乳處理出水SS=	8	mg/L	
	OUTPUT		
今日預估油脂濃度=	12.90	±3.0	mg/L
理論平衡油脂濃度=	15.00		mg/L
今日預估SS濃度=	22.79	±5.0	mg/L
理論平衡SS濃度=	24.81		mg/L
理論濃縮倍數=	3.29	倍	

3.4效益分析



水場改善後鉛胚剔退率由0.605%降至0.018%

3.4效益分析

澆鑄冷卻水場排補水量紀錄



改善前:平均400 m³/d

改善中:平均200 m³/d

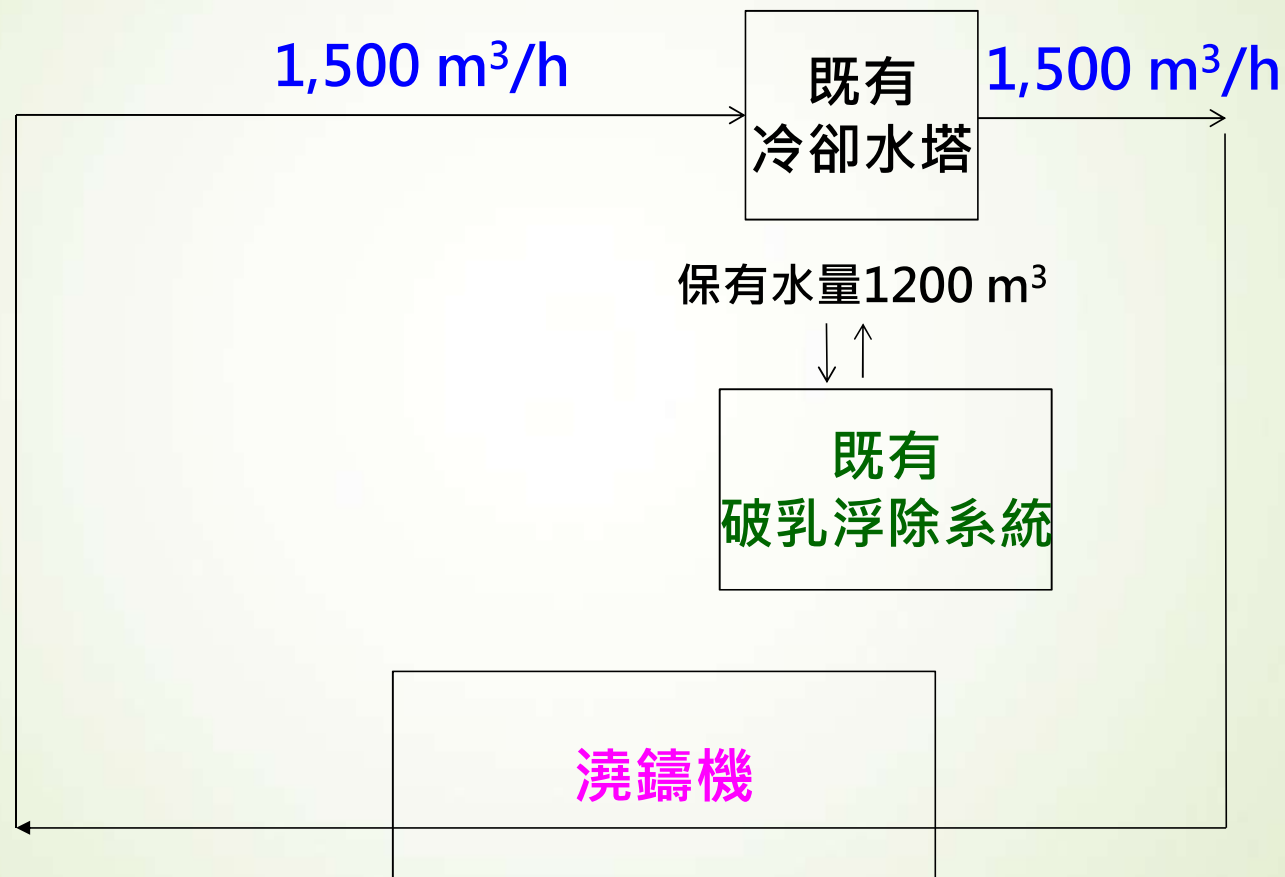
改善後:平均100 m³/d

水場改善後排放水量由400降至100 CMD

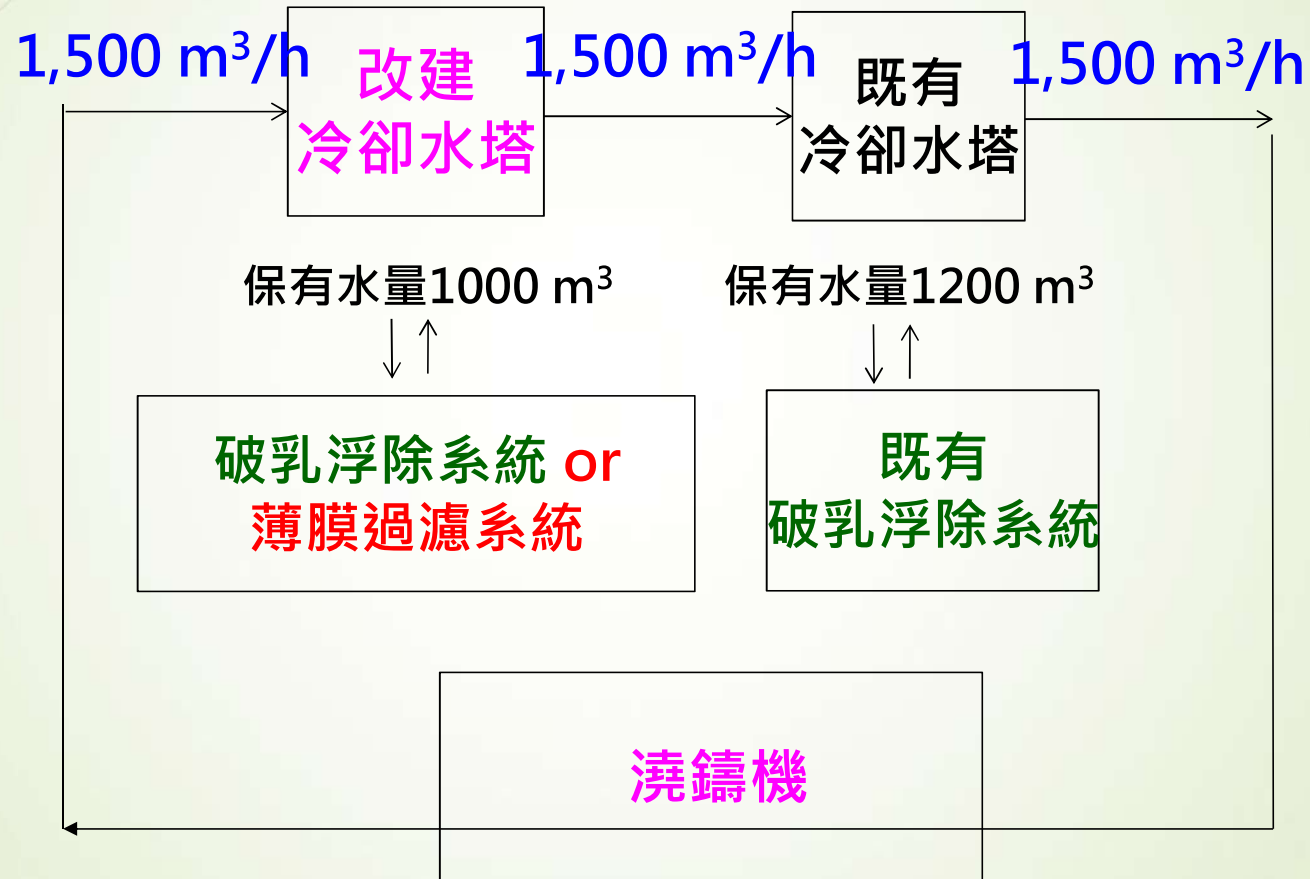
3.5 系統擴增評估

- ➡ 為了產能擴增**20%~50%**與鋁胚品質需求，將進行澆鑄冷卻循環水量由**1,000 CMH**提升至**1,500 CMH**之改造工程，並期能兼顧水溫及水質需求。
- ➡ 為了精進水質及節省處理成本，協助評估以UF(Ultra Filtration, 超濾)**薄膜反應器**(Membrane Reactor)技術改善澆鑄冷卻水油脂及SS之可行性。

3.5 系統擴增評估



3.5 系統擴增評估



3.5.1 UF膜場測試

1. 操作條件

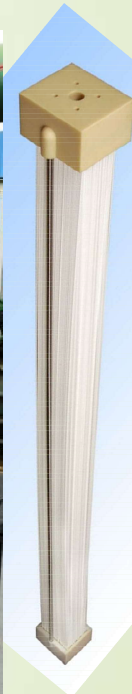
A. 冷井進水

B. 操作模式

(a) 進流 30 LMH
(0.5 L/min)

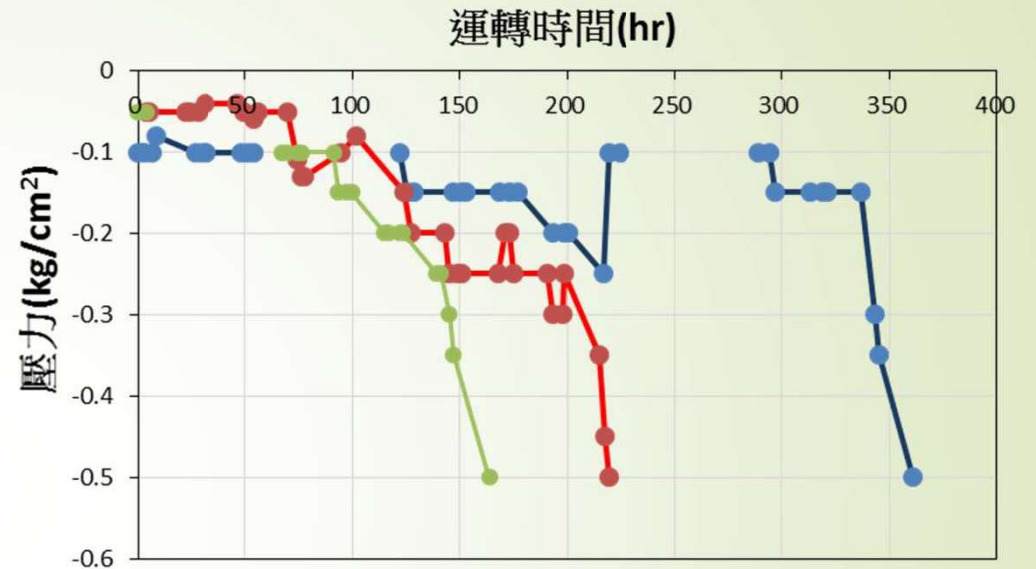
(b) 逆洗 60 LMH
(1.0 L/min)

(c) 進流 15 mins ,
反洗 0.5 min



3.5.1 UF膜場測試

- 1.清洗後運轉良好
- 2.平均7天需清洗，較一般清洗週期為1~2個月偏短
- 3.因測試期間水質較差，且模場薄膜為舊膜，因此此情形可是為最差情形。
- 4.清洗後，可恢復至原壓力，應用可行性高。

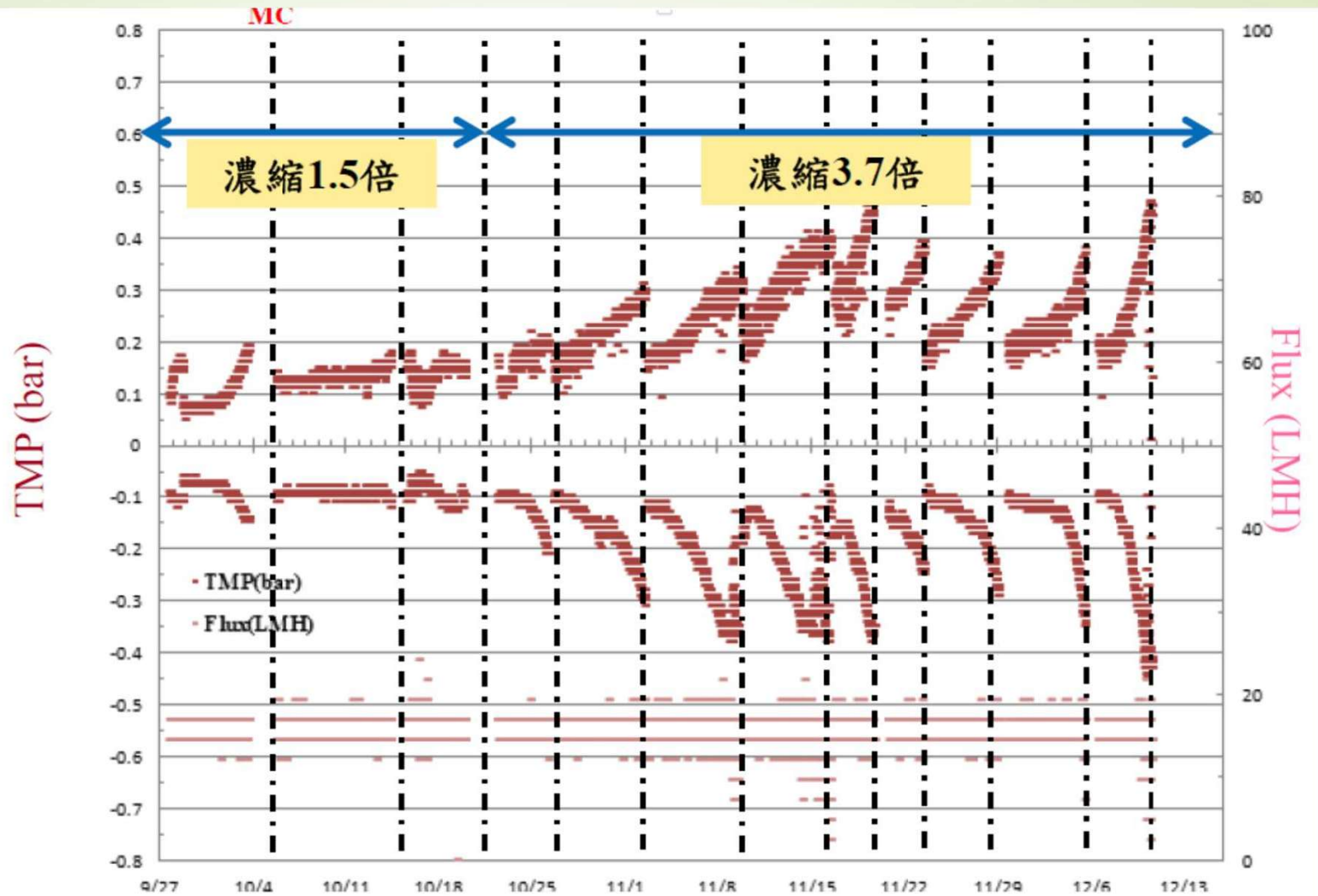


	UF進水	UF出水
油脂	38	5
SS	93	0.8
濁度	132	2.1
COD	386	256



三、水處理與回收

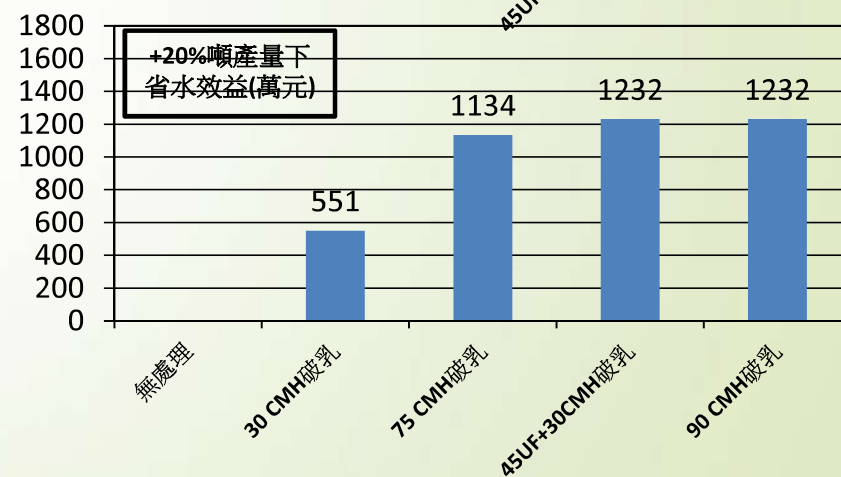
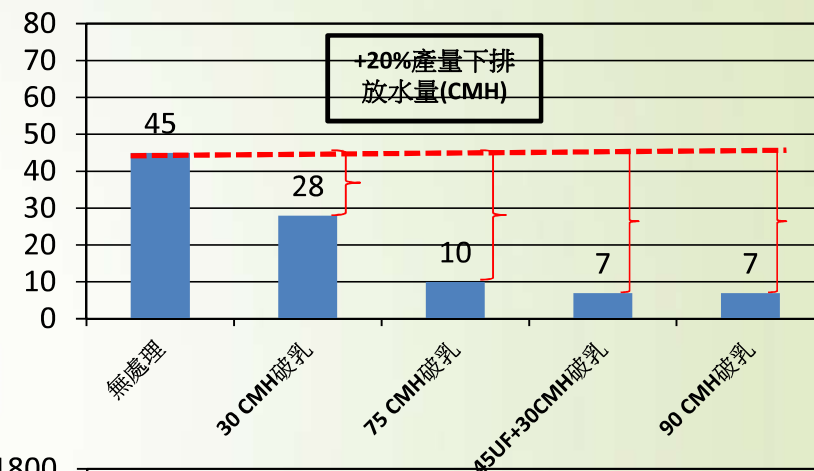
30



UF為去除SS、COD、油脂可行技術

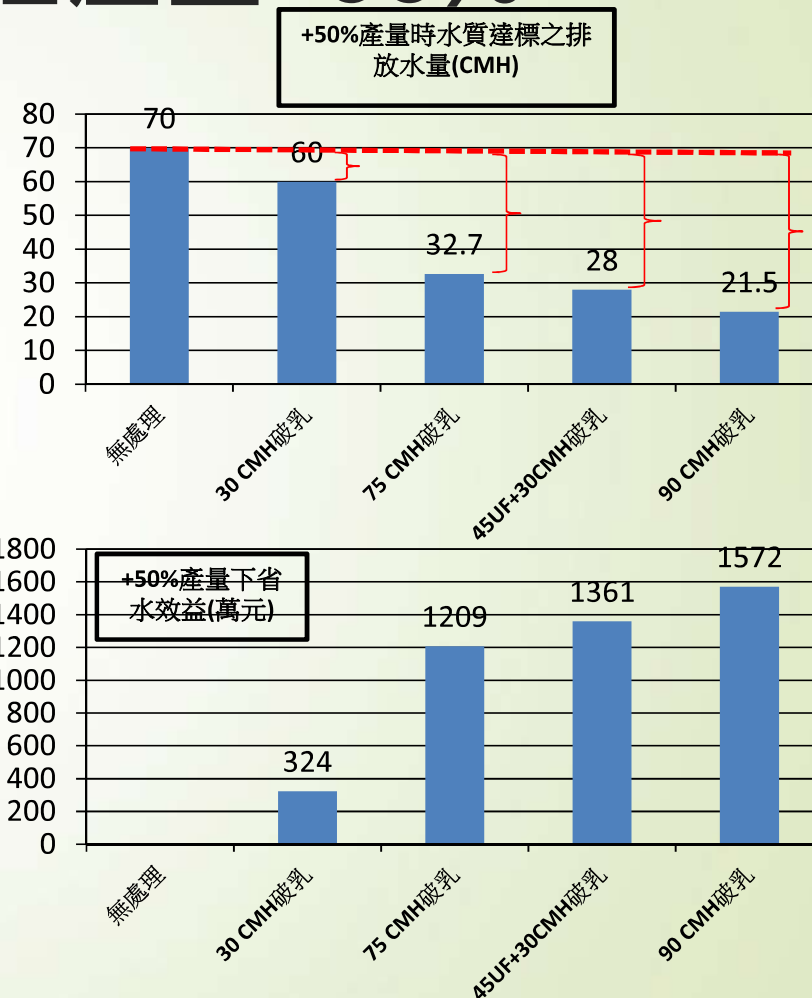
3.5.2 節水效益評估-鋁胚產量+20%

1. 冷卻水系統在**不新增水處理設備**下，**鋁胚產量+20%**，在維持水質**SS=20 mg/L**、**油脂=10 mg/L**，須**排水45 CMH**。
2. **新增30 CMH破乳浮除**
➡ 排水量45→28 CMH，**省水效益551萬元/年**
3. **新增75 CMH破乳浮除**
➡ 排水量45→10 CMH，**省水效益1134萬元/年**
4. **新增45 UF+30 CMH破乳浮除**
➡ 排水量45→7 CMH，**省水效益1232萬元/年**
5. **新增90 CMH破乳浮除**
➡ **避免造成水中離子濃縮結垢等問題**，維持濃縮倍數=5，排水量仍為7 CMH



3.5.2 節水效益評估-鋁胚產量+50%

1. 冷卻水系統在**不新增水處理設備**下，**鋁胚產量+50%**，在維持水質**SS=20 mg/L**、**油脂=10 mg/L**，須**排水7 CMH**。
2. **新增30 CMH破乳浮除**
➡ 排水量70→60 CMH，**省水效益324萬元/年**
3. **新增75 CMH破乳浮除**
➡ 排水量70→32.7 CMH，**省水效益1,209萬元/年**
4. **新增45 UF+30 CMH破乳浮除**
➡ 排水量70→28 CMH，**省水效益1,361萬元/年**
5. **新增90 CMH破乳浮除**
➡ 排水量70→21.5 CMH，**省水效益1,572萬元/年**



3.5.2 節水效益評估

- ➡ 冷卻水系統鋁胚產量+20、+50%，維持水質SS=20 mg/L、油脂=10 mg/L
- ➡ IRR比較

新增設備	30 CMH 破乳浮除	75 CMH 破乳浮除	45 CMH UF+ 30 CMH破乳浮除	90 CMH 破乳浮除
+20%	43.09	41.69	35.53	44.04
+50%	26.23	44.62	40.3	56.80

四、結論與建議

1. 為維持鋁胚品質，同時確保冷卻水系統水質、水量、水穩、水溫符合需求，團隊**建立冷卻水塔操作規範**，**迅速減少噴嘴阻塞、降低鋁胚剔退率**。
2. 解析系統污染物排放特性，確認系統污染物與產量相關性，建立進出流**質量平衡模式**，減少排水、新增處理單元設計之依據。
3. 初期排水量降至100 CMD，後續**串接EDR/RO**降低補水量之效益不高。未來如增加產量，規劃**UF+EDR/RO**，回收方具效益。