



氮氮系統改善實例
及
廢水回收水應用優化



主辦單位：
台灣科學工業園區科學工業同業公會
科技部新竹科學工業園區管理局
協辦單位：
工業技術研究院

華邦電子股份有限公司
廠務工程處 廢水課
黃冠哲

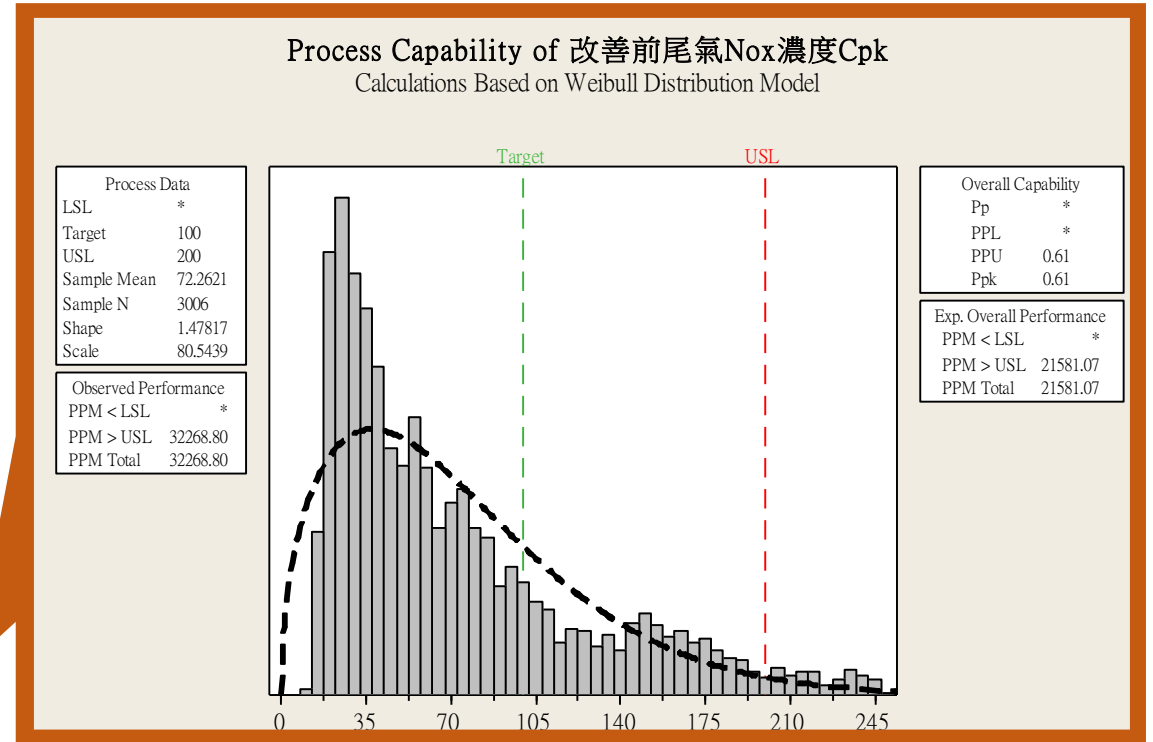
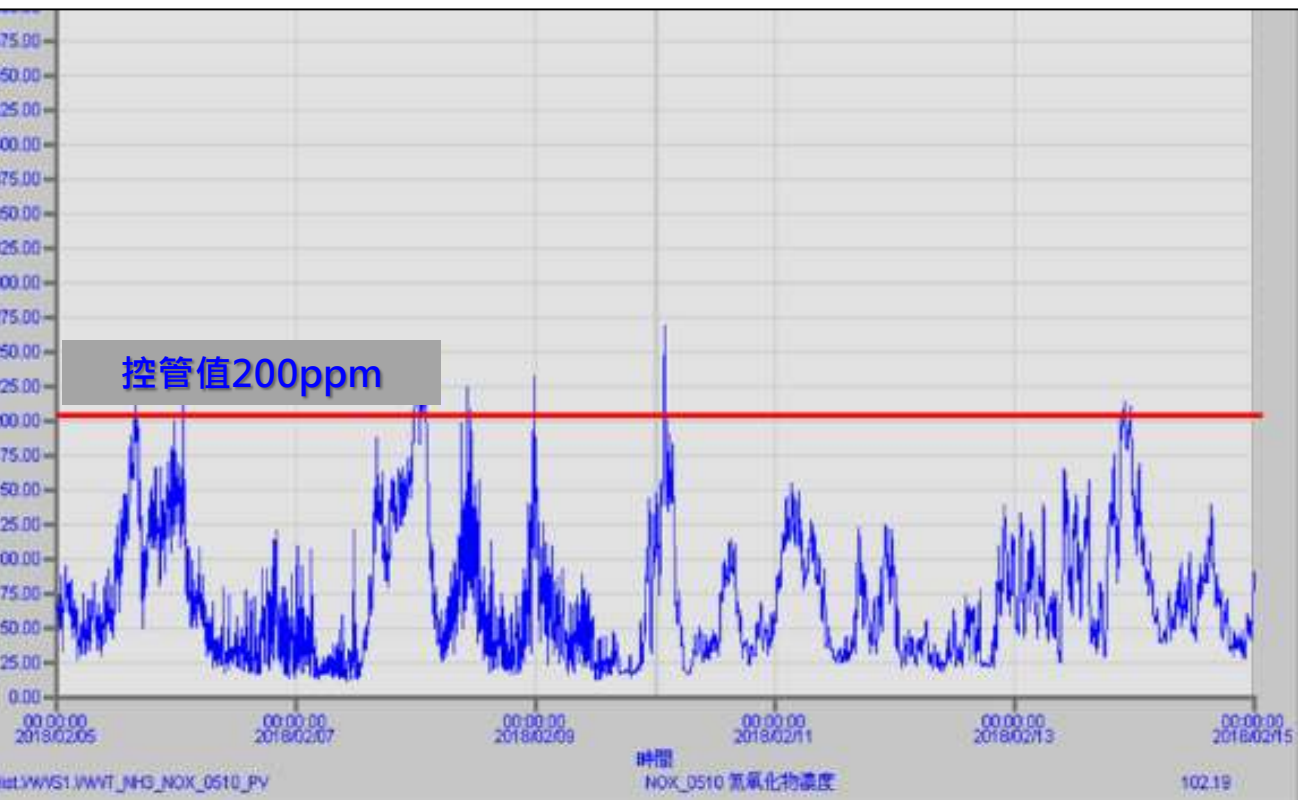
Winbond

活動大綱

- 一、主題選定
- 二、現況分析
- 三、要因分析
- 四、真因驗證
- 五、對策擬定與實施
- 六、效果確認
- 七、效益分析

主題選定

➤ 氨氮系統尾氣NOx不穩定



□ 氨氮系統尾氣NOx Cpk

等級	Cpk(製程能力指標)
優	$1.33 < Cpk < 1.67$
尚可	$1 < Cpk < 1.33$
不佳	$0.67 < Cpk < 1$
不良	$0 < Cpk < 0.67$

✓ 經觸媒塔氧化還原後，尾氣NOx Cpk 值0.61。

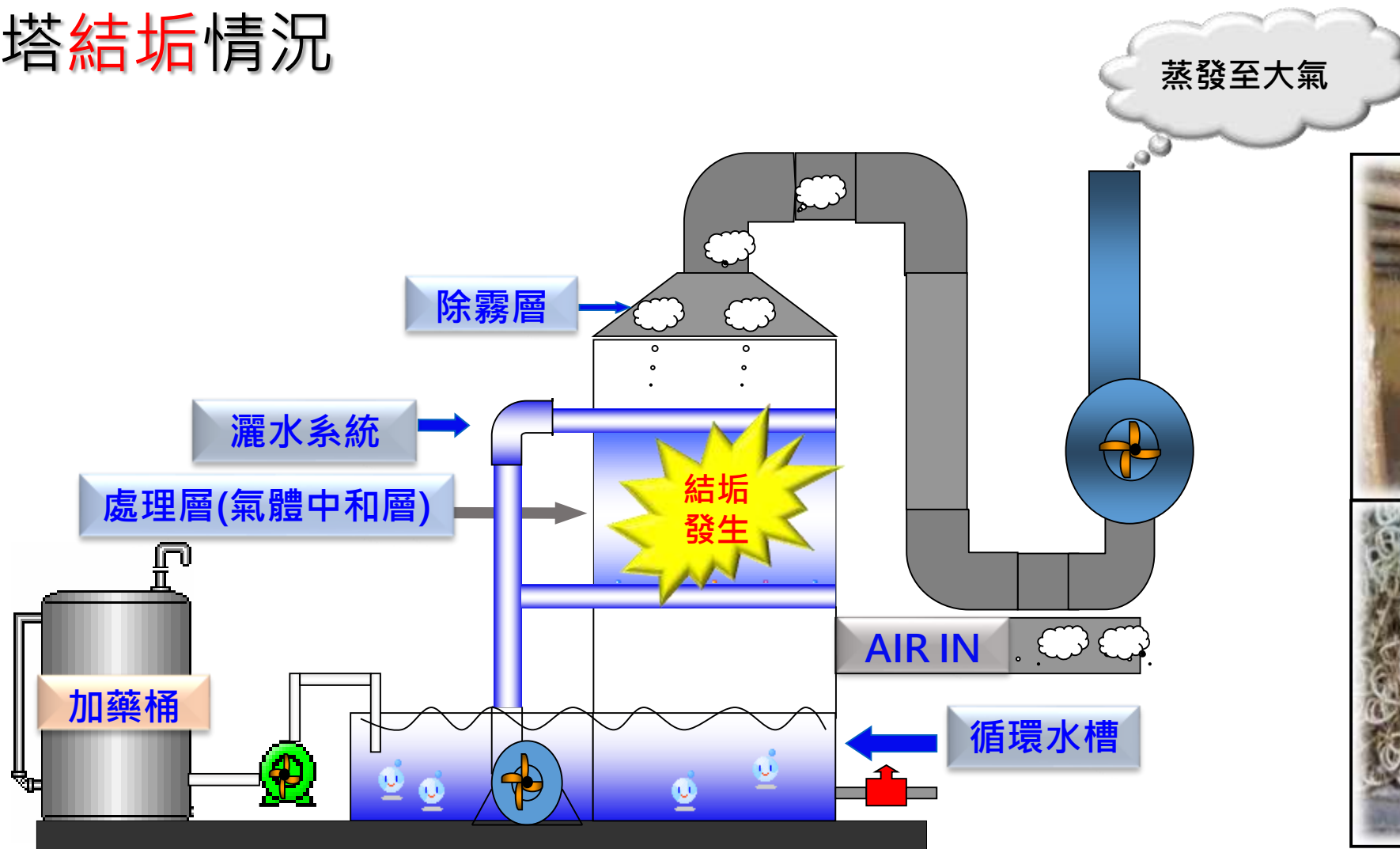
➤ 氨氮系統結垢情況



✓ 氨氮系統蒸餾塔鈦環嚴重結垢。

主題選定

➤ 洗滌塔結垢情況



✓ 洗滌塔拉西環及桶壁有結垢情形發生。

現況分析

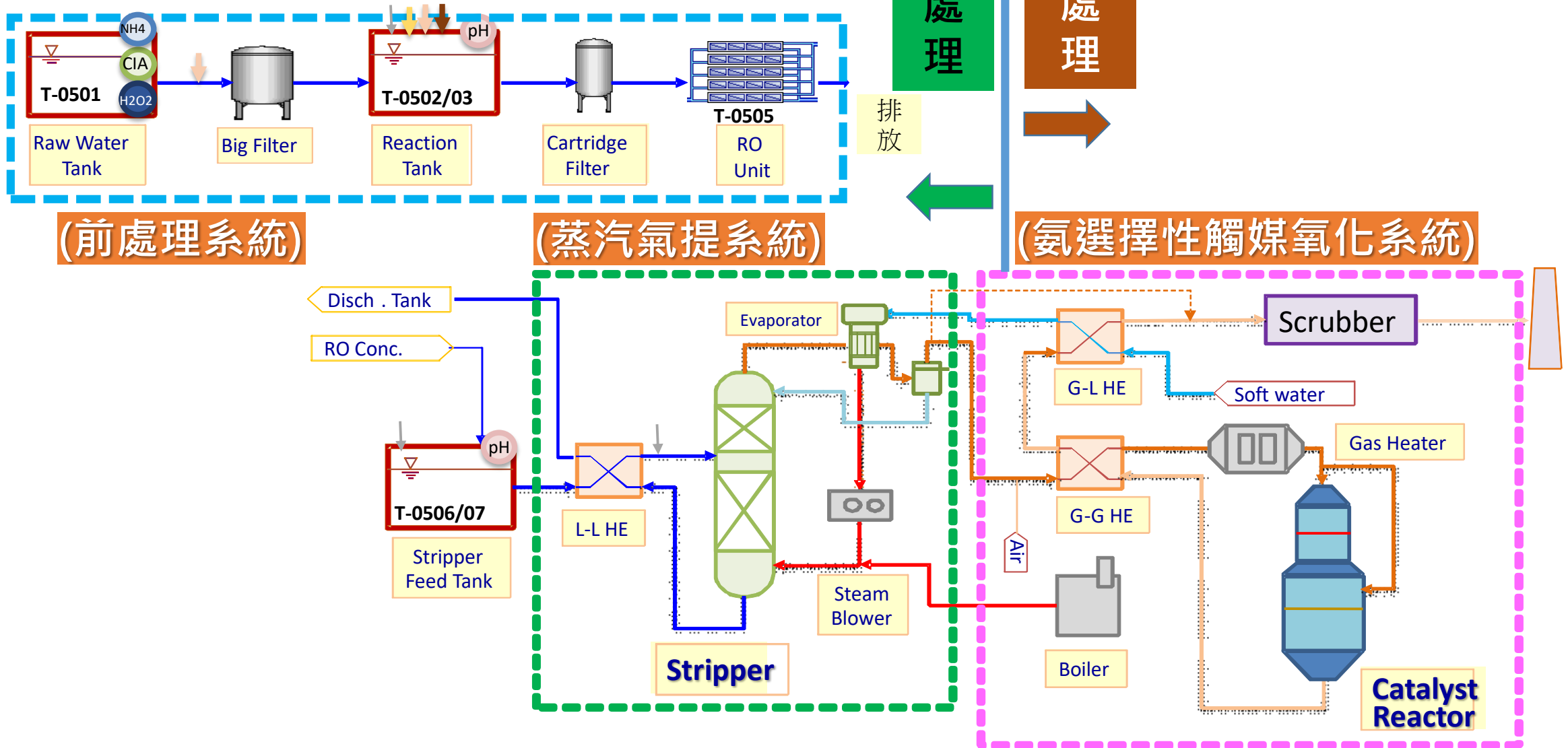
➤ 層別調查表

現況分析調查表			
層別 4W1H	類別	現況調查	負責人
HOW	頻率別	氨氮系統結垢異常頻率調查?	黃冠哲
What	成分別	氨氮系統結垢物分析調查?	黃俊評
	水質別	氨氮系統原水水質調查?	陳柏佑
	水質別	洗滌塔水質調查	周俊杰
Where	系統別	氨氮運轉情形調查?	邱奕龍
	系統別	洗滌塔運轉情形調查?	賴建廷

✓ 針對現況層別分析。

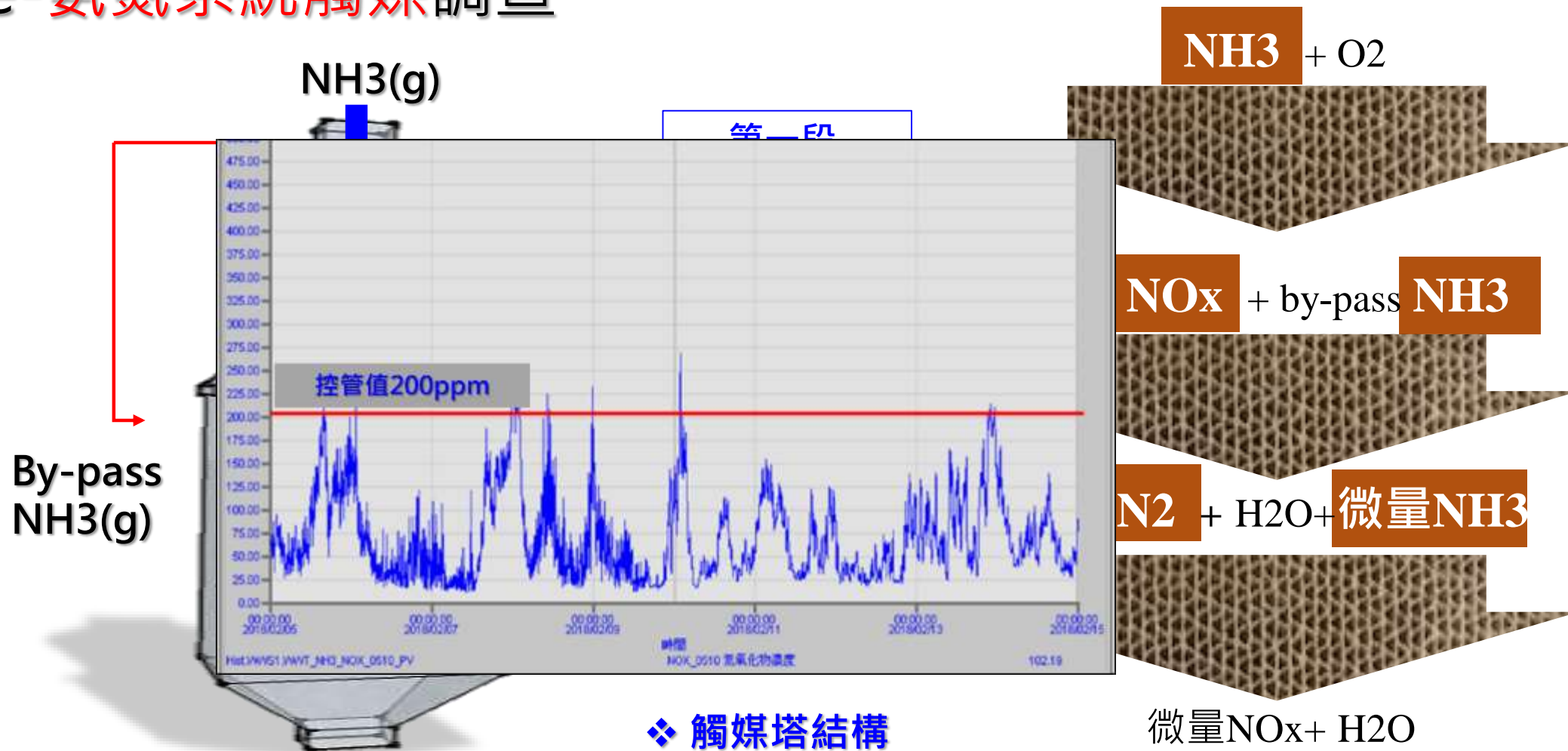
現況分析

Where- 氨氮系統流程介紹



現況分析

Where- 氨氮系統觸媒調查



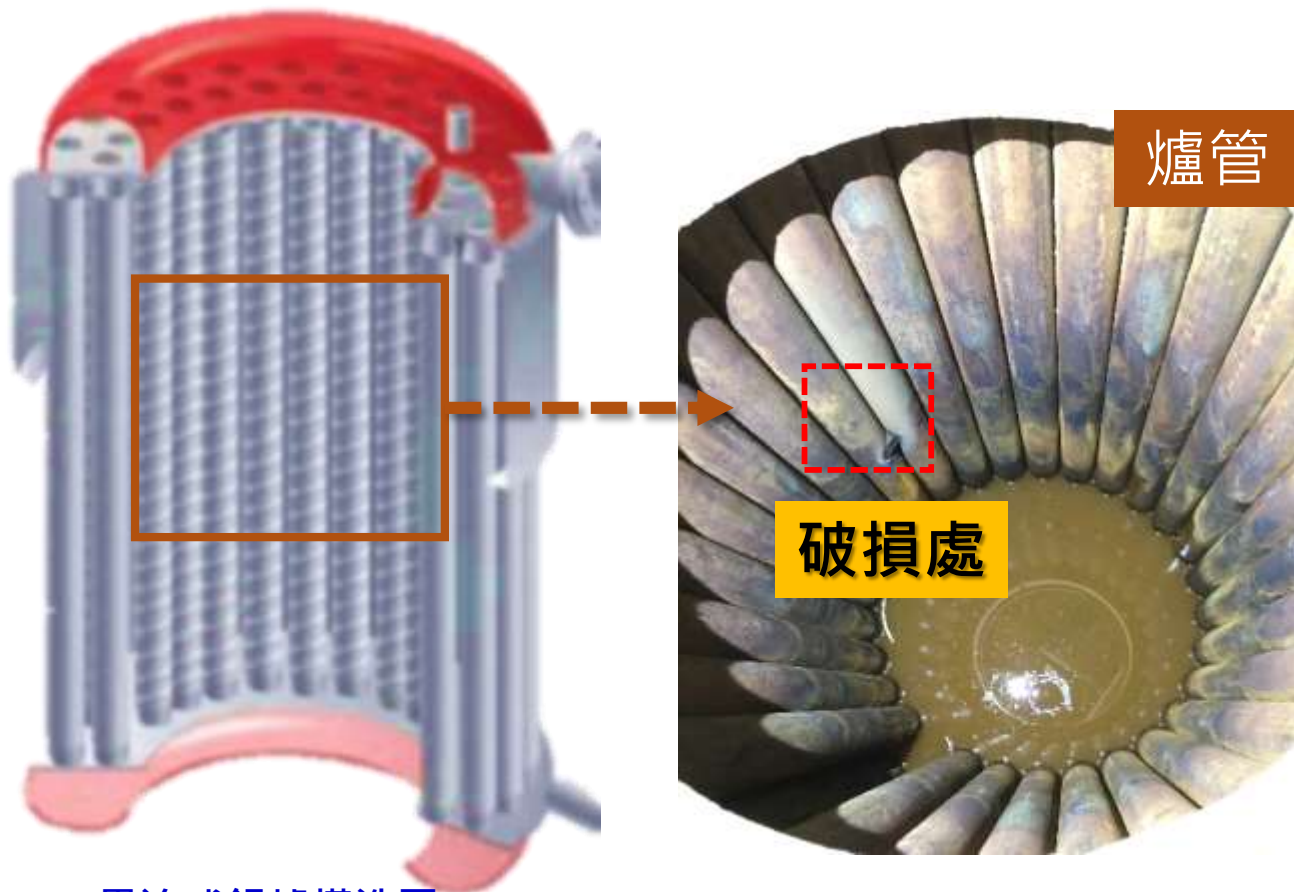
✓ 觸媒塔將氨氣分解後仍有NOx不穩定情形。

現況未明

現況分析

突發異常

➤ Where-氨氮系統鍋爐異常



□ 貫流式鍋爐構造圖

✓ 為何氨氮系統供應蒸餾塔蒸氣用之蒸氣鍋爐爐管破損?

項目	爐水水質數據	控制範圍
PH	8.0	10.5~12
鍋爐排水電導度	1573	<3500
鹼性度	97	<1000
總硬度 (CaCO ₃ ,ppm)	0	0
全鐵(ppm)	7.1 ↑	2~4
磷酸鹽(ppm)	微量	20~40
亞硫酸鹽(ppm)	ND	ND

現況未明

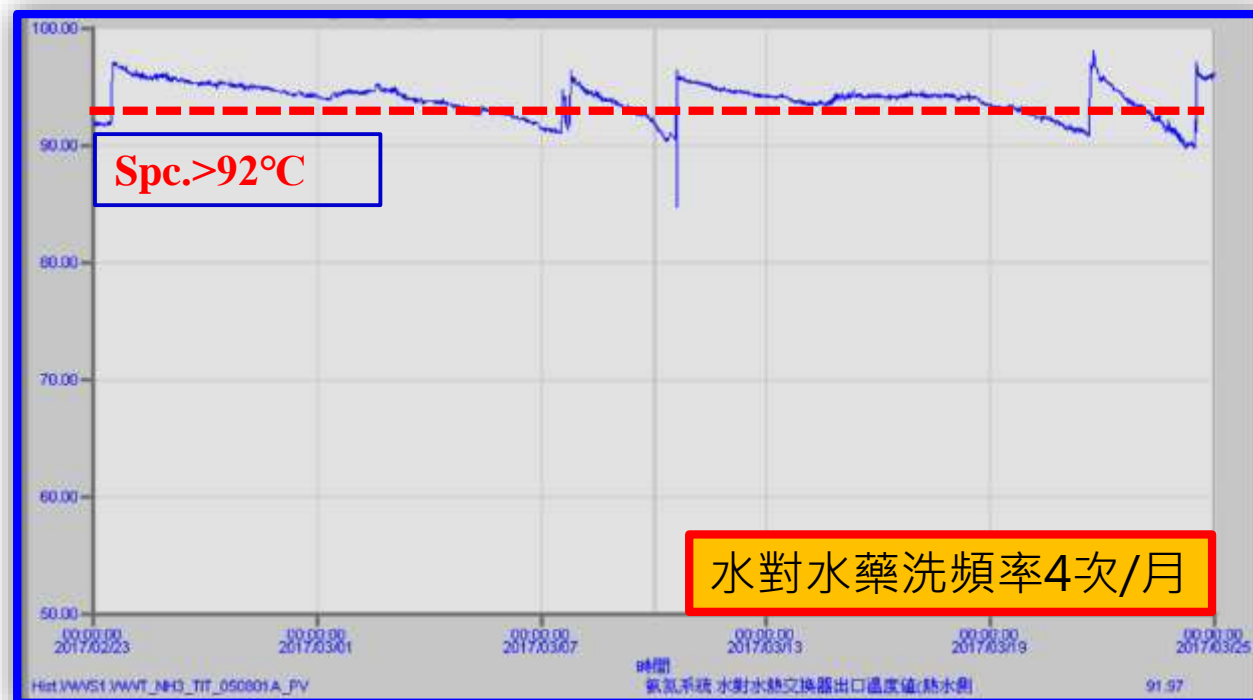
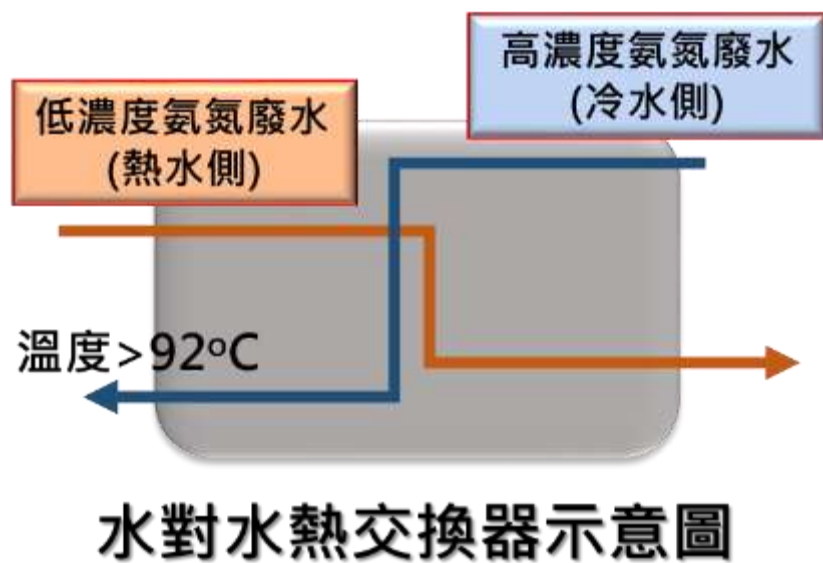
現況分析

➤ HOW-氨氮系統結垢異常頻率調查

- 水對水熱交換器熱水出口溫度為 $>92^{\circ}\text{C}$ 。
- 水對水冷水側藥洗(5%鹽酸)頻率為 4次/月。



□ 水對水酸洗示意圖



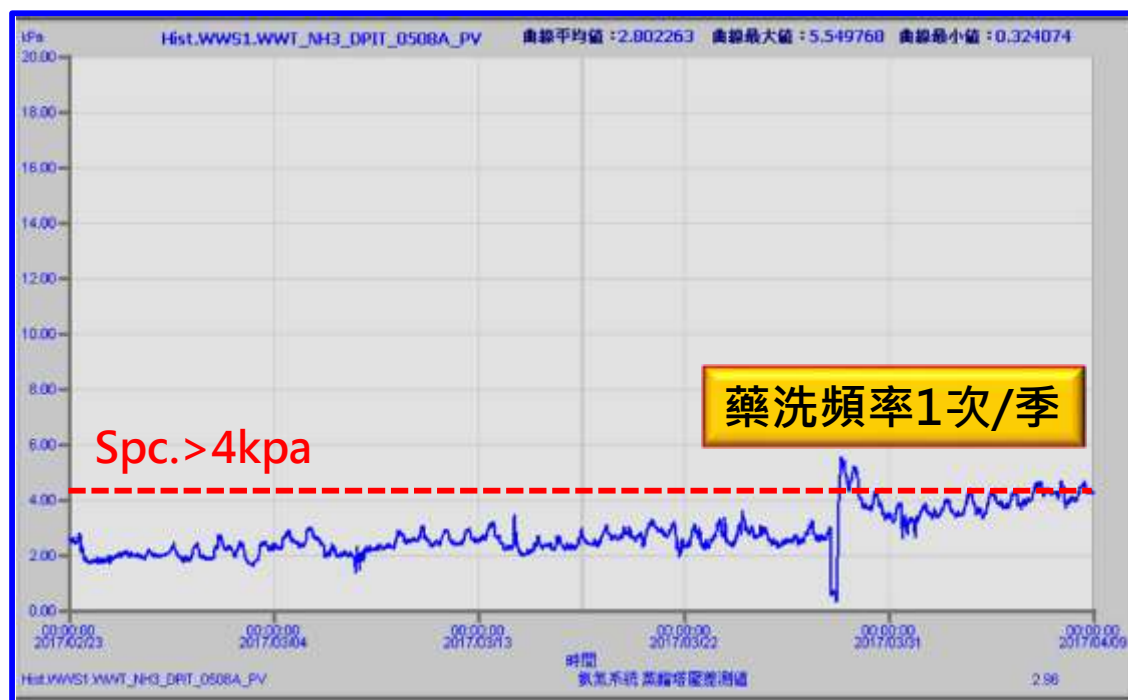
✓ 系統設備藥洗頻率高為結垢物造成。

□ 日期：2017/2/23~2017/3/25

現況分析

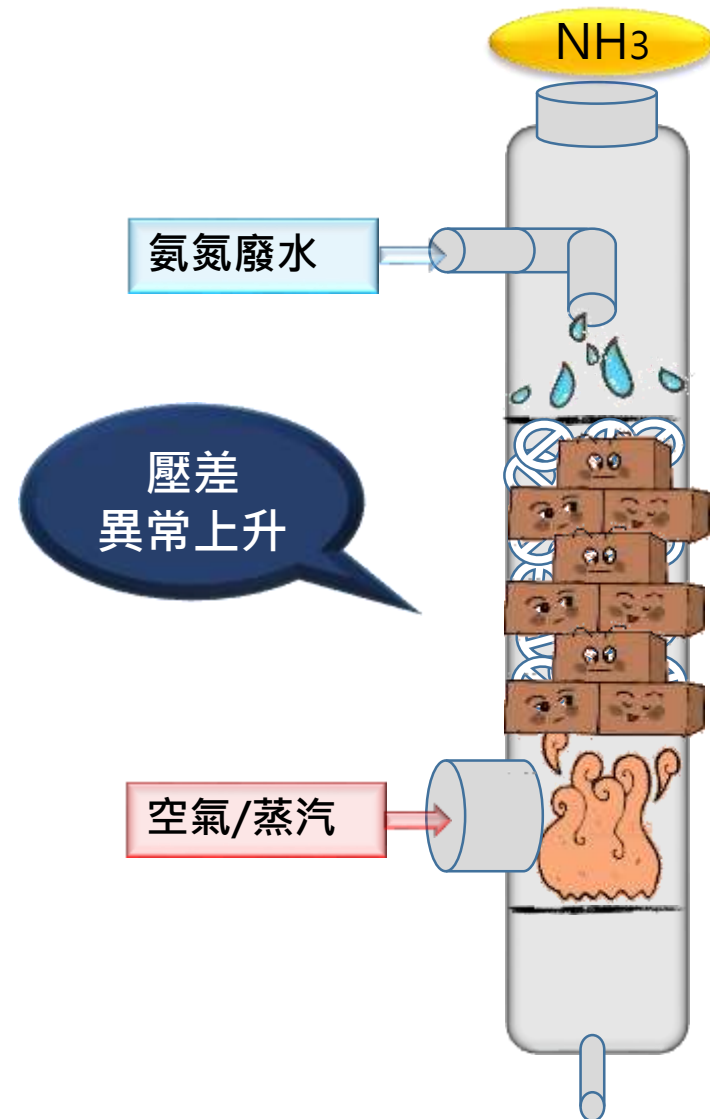
➤ HOW-**氨氮系統結垢**異常頻率調查

- 蒸餾塔內壓力常態 < 3.5kpa 。
- 蒸餾塔藥洗(5%鹽酸)頻率**每季發生1次**。



□ 日期：2017/2/23~2017/4/10

✓ 系統設備**藥洗**頻率高為**結垢物**造成。




現況分析

➤ What-氨氮系統結垢物分析調查

- 與原水接觸之熱力設備，有結垢之情況發生。

項目	元素成分	含量 (µg/g)	總比例
14	Si	820	-
15	P	7,620	-
16	S	-	-
17	Cl	-	-
19	K	-	-
20	Ca	10,990	6.61%
22	Ti	3,754	-
23	V	32	-

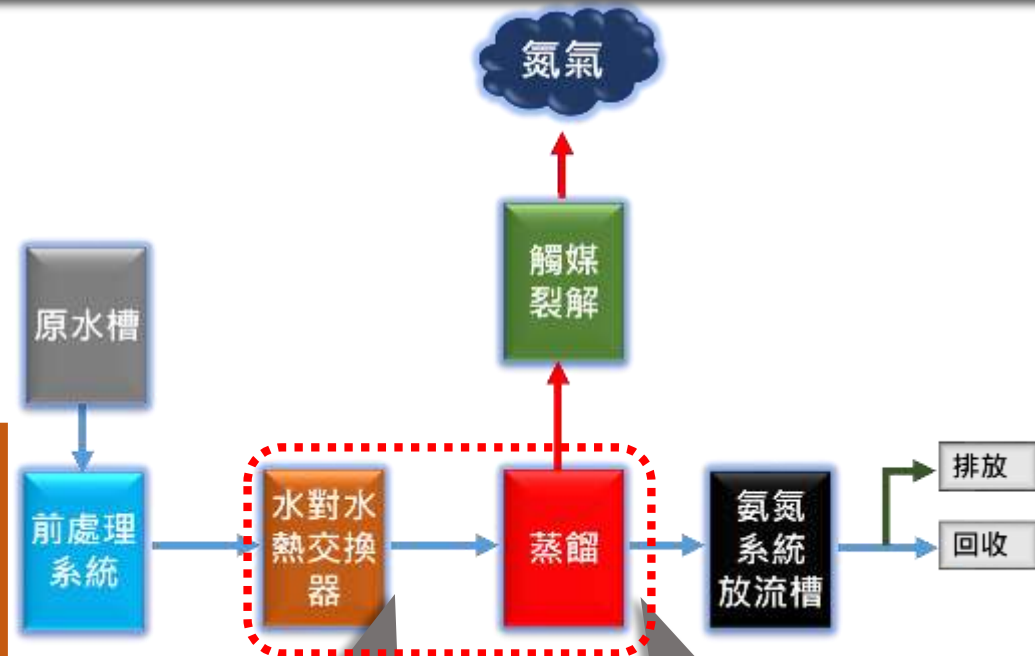


導熱板結垢

14 Si	820	±	648	µg/g	82 Pb	48.7	±	2.1	µg/g
15 P	7620	±	330	µg/g	83 Sr	*			1.7 µg/g
16 S	*			µg/g	84 Y	4.1	±	0.6	µg/g
17 Cl	*			µg/g	86 U	<			13 µg/g
19 K	<			µg/g	Sum of concentration 0.014 %				
20 Ca	10990	±	140	µg/g	Major Components:				
22 Ti	3754	±	66	µg/g	20 Ca	1.059	±	0.014	%
23 V	32	±	12	µg/g	26 Fe	1.455	±	0.007	%
24 Cr	303	±	18	µg/g	Sum: 2.554 %				
25 Mn	189	±	11	µg/g	Importance criteria for RoHS/WEEE:				
26 Fe	14580	±	70	µg/g	24 Cr	353	±	18	µg/g
27 Co	28.5	±	7.8	µg/g	25 Bi	1.5	±	0.4	µg/g
28 Ni	1557	±	19	µg/g	18 Co	1.5	±	4.4	µg/g
29 Cu	585.7	±	5.1	µg/g	31 Hg	<			0.0 µg/g
30 Zn	515.5	±	5.0	µg/g	32 Pt	48.7	±	2.1	µg/g
31 Ga	12.5	±	1.2	µg/g	Sum: 406.1 µg/g				
32 Ge	4.0	±	1.7	µg/g					
33 As	12.2	±	1.3	µg/g					
34 Se	1.0	±	0.2	µg/g					
35 Br	1.5	±	0.4	µg/g					
37 Rb	1.8	±	0.3	µg/g					
38 Sr	23.2	±	0.5	µg/g					
39 Y	7.5	±	3.4	µg/g					
40 Zr	23.1	±	5.9	µg/g					
41 Nb	<			µg/g					
42 Mo	<			µg/g					
43 Ag	<			µg/g					
44 Cd	<			µg/g					
46 Sn	171.6	±	3.5	µg/g					
51 Sb	3.2	±	0.9	µg/g					
52 Te	<			µg/g					
53 I	<			µg/g					
88 Os	<			µg/g					
89 Ir	<			µg/g					
90 Pt	<			µg/g					
91 Au	<			µg/g					
93 Nb	<			µg/g					
97 La	<			µg/g					

註：此 Mg 樣品係由故無法測到鎂

結垢物分析資料



導熱板結垢

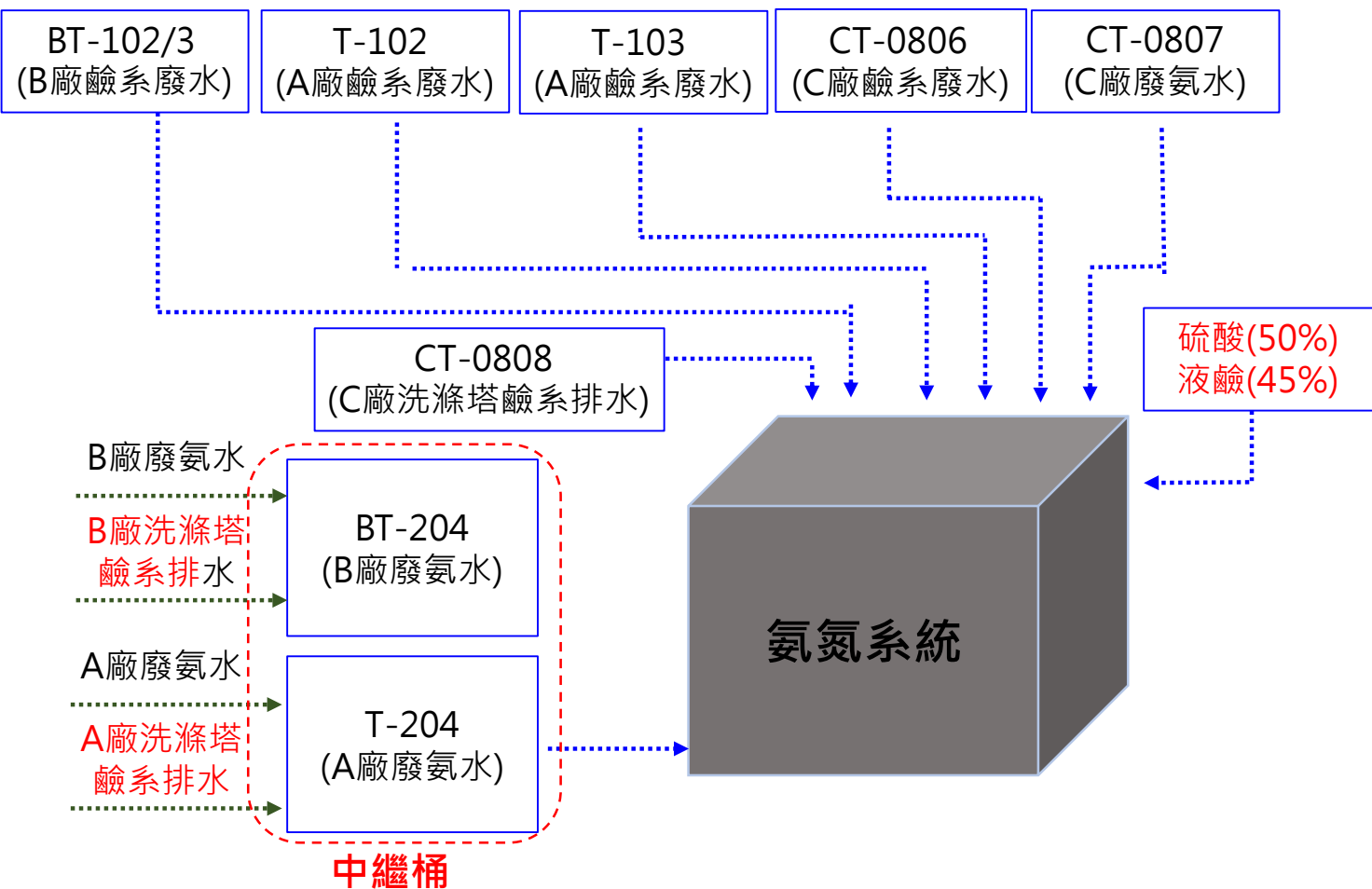


導流孔結垢

✓ 設備之結垢物分析後發現為鈣離子結垢。

現況分析

➤ What-氨氮系統原水水質調查



項目(mg/L)	水量 (CMD)	氨氮濃度 (PPM)	Ca	Mg
A廠洗滌塔鹼系排水	207	110	5.68	2.36
B廠洗滌塔鹼系排水	101	120	5.93	5.93
CT-0808 (C廠洗滌塔鹼系排水)	51	198	6.31	3.36
硫酸(50%)	5	-	6.18	25.4
液鹼(45%)	5	-	5.83	1.80

□ 華邦實驗室檢測

✓ 調查後發現，鈣鎂離子來自於洗滌塔鹼性排水及化學藥劑。

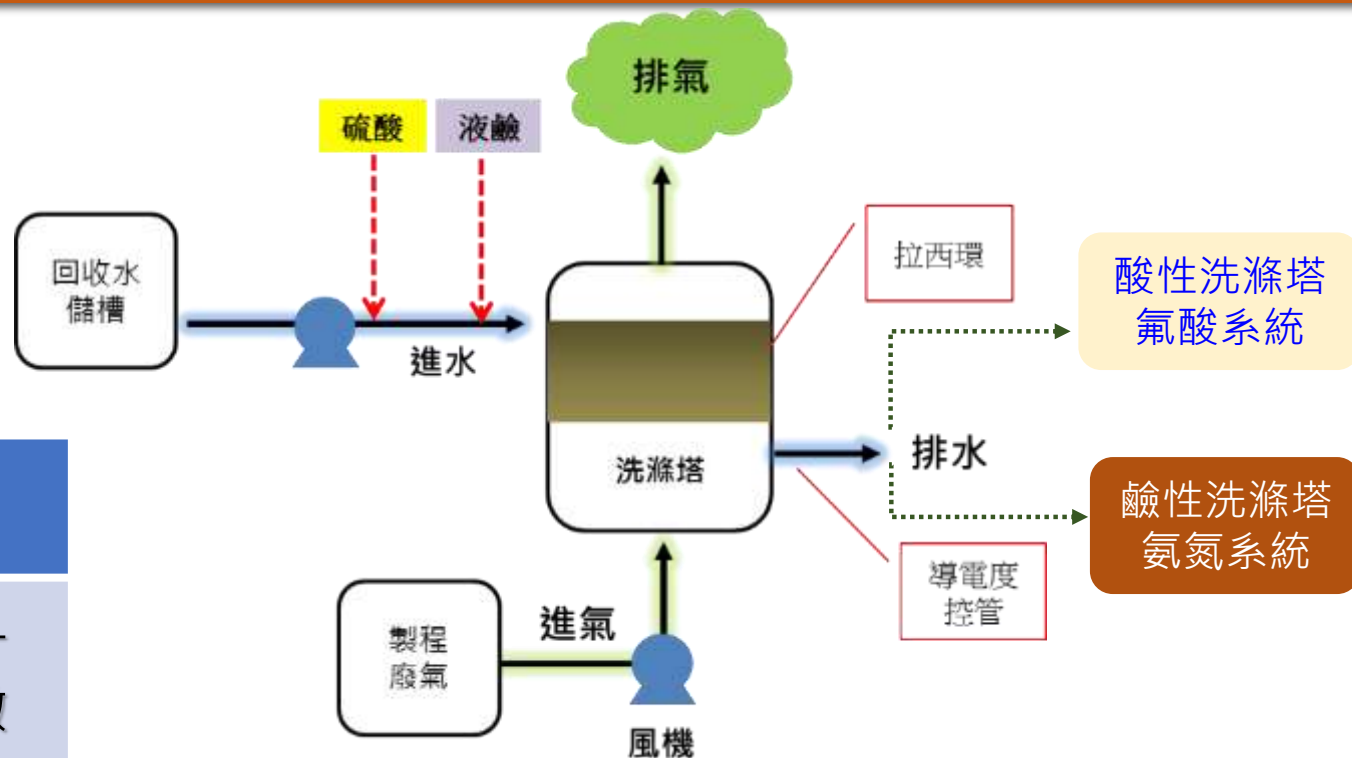
現況分析

Where-洗滌塔運轉情況

- 洗滌塔拉西環及槽體為**每年定期保養**

保養結垢情況調查				
項目	A廠	B廠	C廠	合計塔數
酸性洗滌塔	7	7	5	19
鹼性洗滌塔	2	3	3	8

□ 無廠區別差異



□ 洗滌塔內情況結垢圖

✓ 酸性及鹼性洗滌塔拉西環及桶壁皆結垢情形發生。

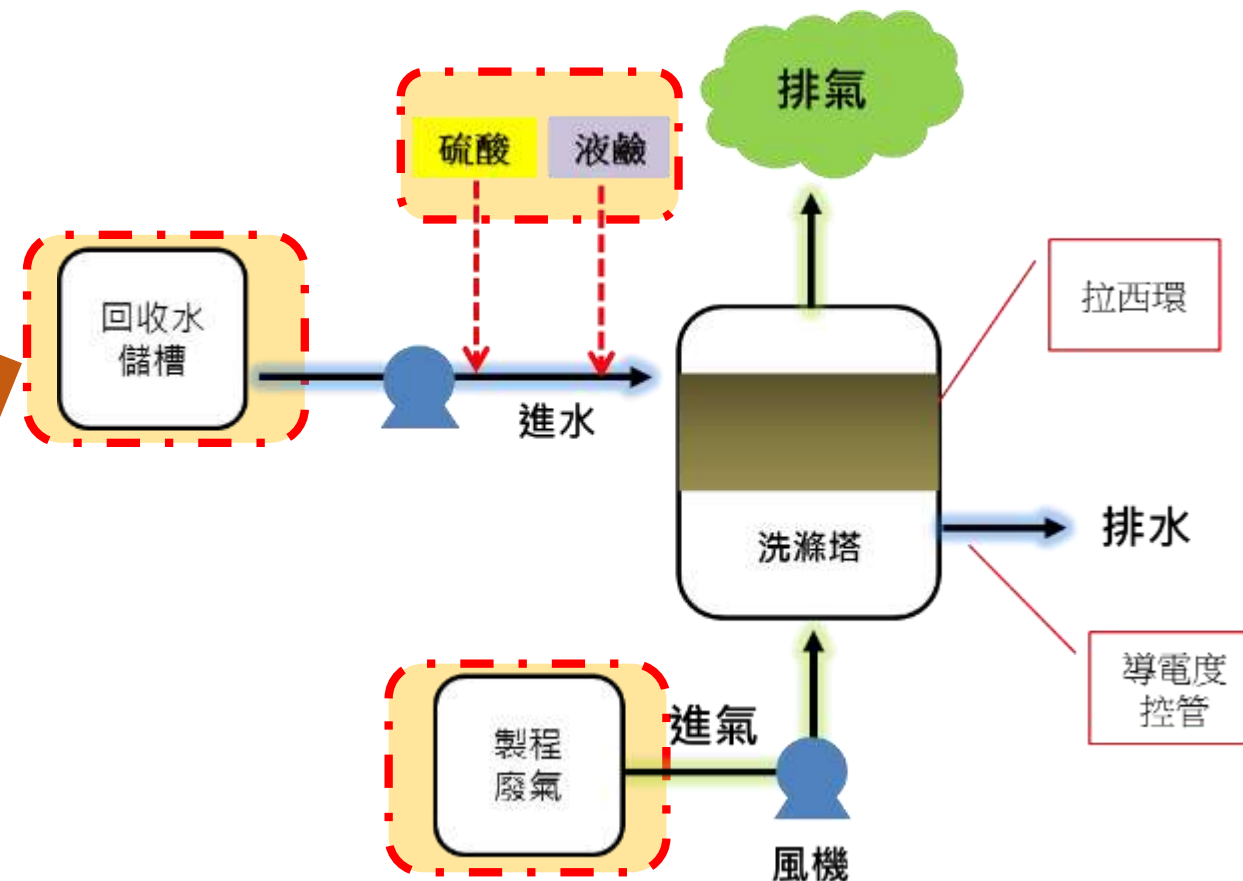
現況分析

➤ Where-洗滌塔用原物料調查

- 洗滌塔用水為回收水。
- 使用化學品為硫酸及液鹼。

項目	Ca(mg/L)	Mg(mg/L)	Fe(mg/L)
回收水	4.31	1.66	2.15
硫酸(工業)	6.18	25.4	14.8
液鹼(工業)	5.83	1.80	2.89
製程廢氣	<1	<1	<1

□ 原物料分析資料

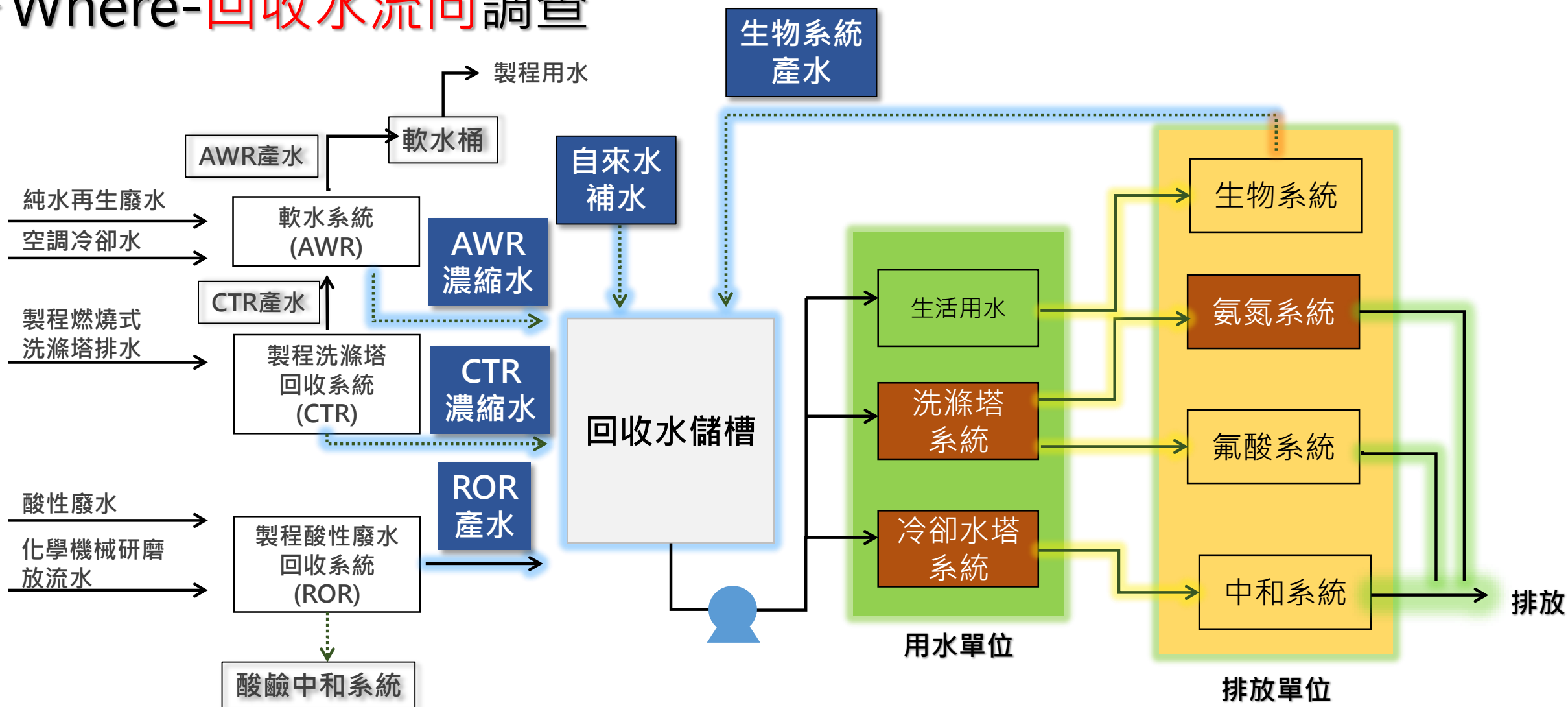


✓ 為何化學品和回收水含鈣鎂離子呢?

現況未明

現況分析

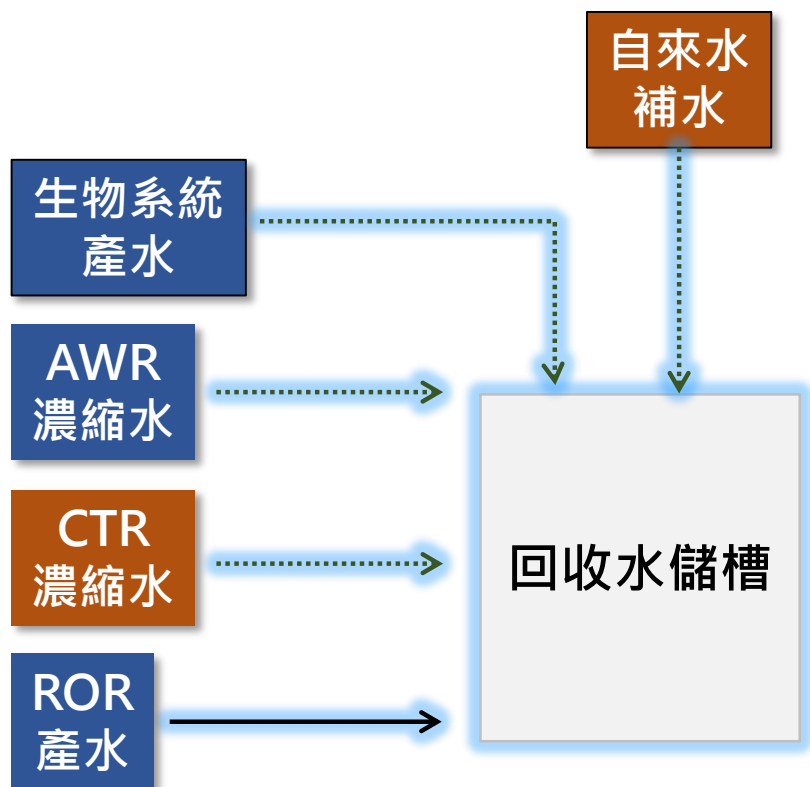
Where-回收水流向調查



✓ 回收水共供應三處，分別為生活用水、洗滌塔系統及冷卻水塔系統。

現況分析

➤ Where-回收水各股源水調查

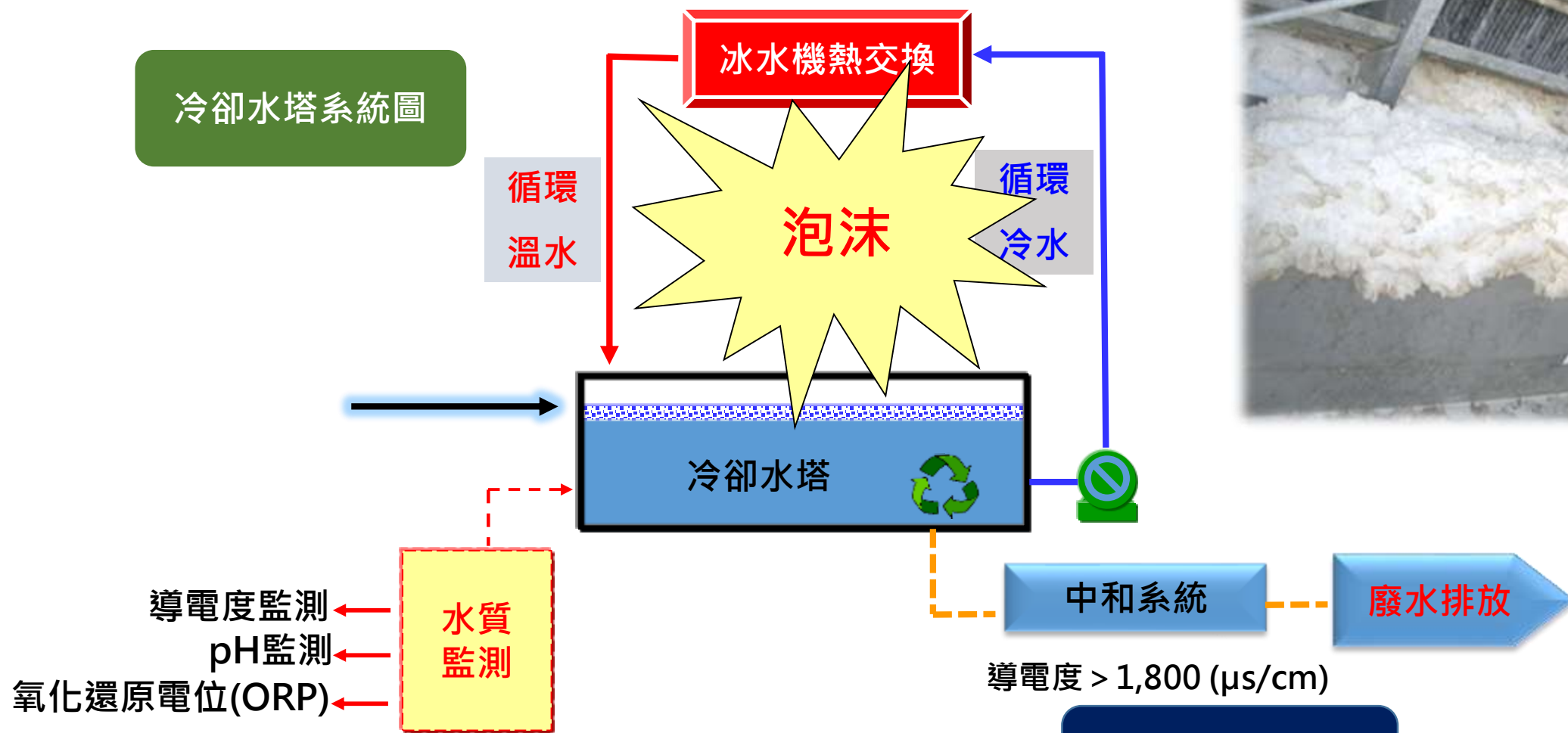


項目(mg/L)	水量(CMD)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	鈣離子貢獻百分比	鎂離子貢獻百分比
AWR濃縮水	163	25.8	1.7	5.7	3.0
CTR濃縮水	327	47.6	14.1	21.2	50.6
ROR產水	1102	1.2	2.3	1.8	27.8
生物系統產水	160	39	1.8	8.5	3.2
自來水補水	1000	46	1.4	62.7	15.4

✓ 製程回收水鈣鎂離子來源為自來水補水及CTR濃縮水。

現況分析

➤ Where-冷卻水塔使用回收水調查



✓ 為何冷卻水塔大量起泡(溢流過塔體表面)呢?

現況未明

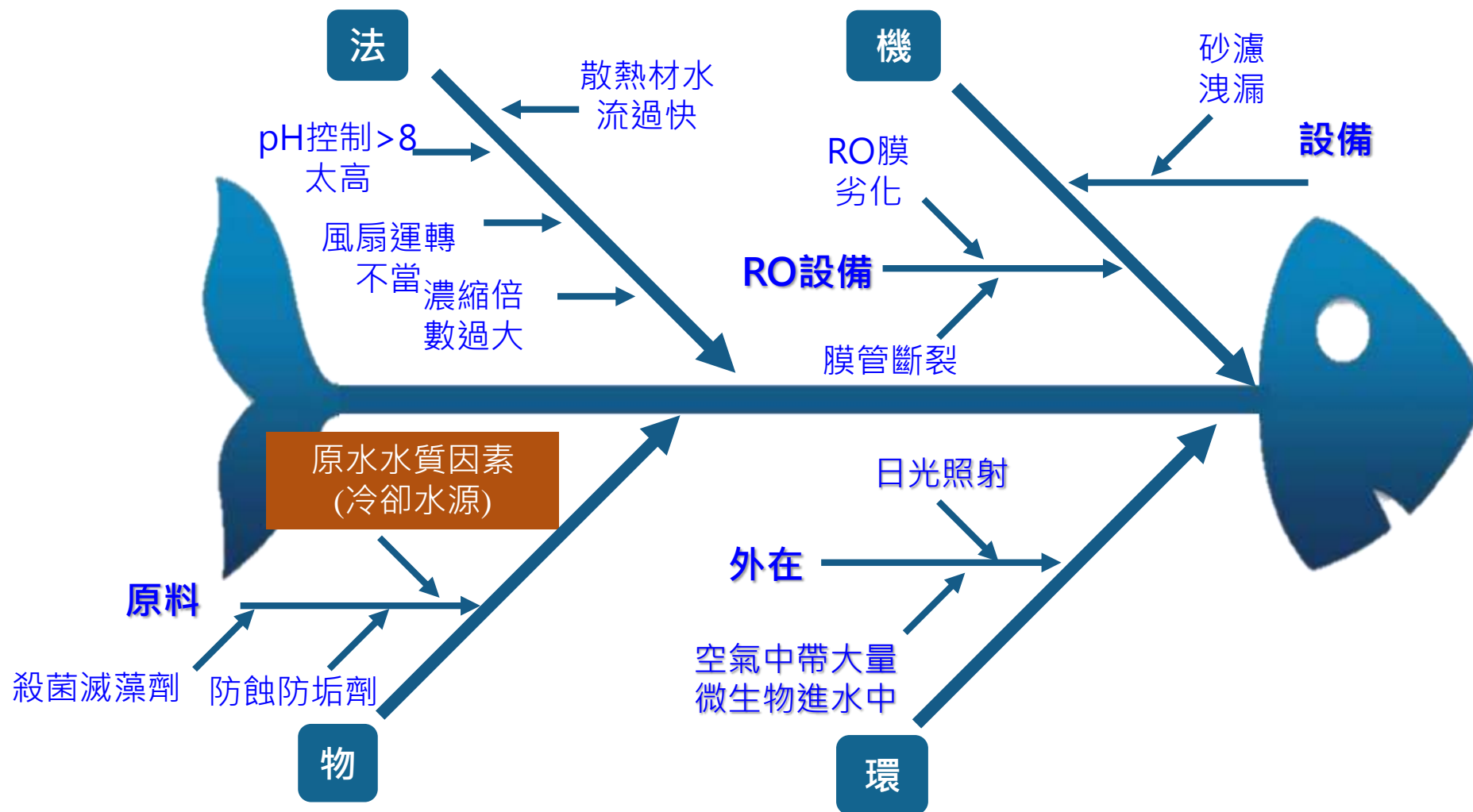
現況分析(總結)

➤ 現況分析-層別調查表結論

現況分析調查表				
層別 4W1H	類別	現況		現況調查結論
		原明	原未明	
HOW	頻率別	V		系統設備藥洗頻率高為結垢物造成。
What	成分別	V		設備之結垢物分析後發現為鈣離子結垢。
	水質別	V		調查後發現，鈣鎂來自於洗滌塔鹼性排水。
	水質別	V		氨氮系統化學品含有鈣鎂離子。
		V		製程回收水鈣鎂離子來源為自來水補水及CTR濃縮水。
			V	為何冷卻水塔大量起泡(溢流過塔體表面)呢?
Where	系統別	V		酸性及鹼性洗滌塔拉西環及桶壁皆結垢情形發生。
	設備別		V	氨氮系統供應蒸餾塔蒸氣用之蒸氣鍋爐爐管破損?
	成品別		V	經觸媒塔氧化還原後，尾氣NOx Cpk 值為0.61，尾氣濃度不穩定。

要因分析(一)

➤ 要因分析(一)



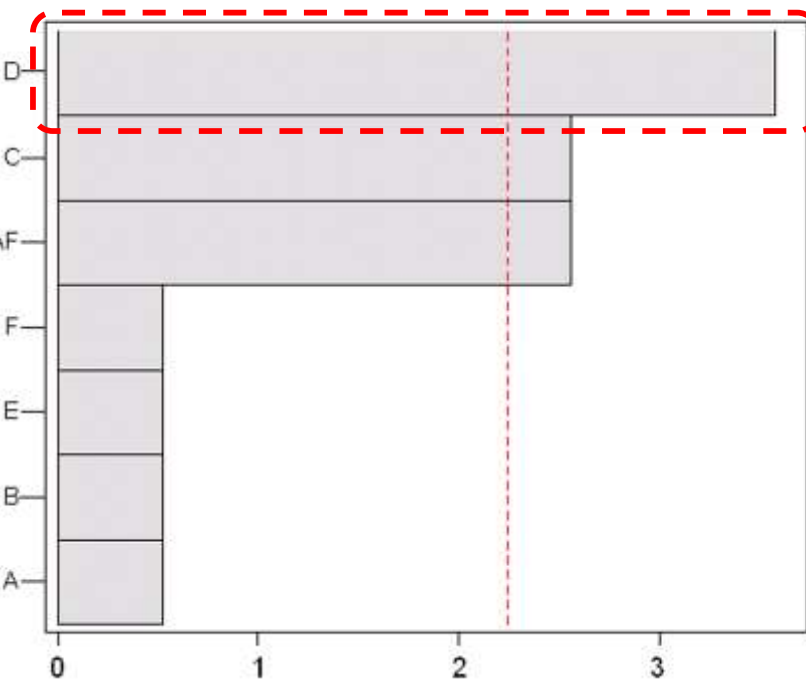
為何冷卻水塔大量起泡(溢流過塔體表面呢)

真因驗證(一)

➤ Cooling tower會大量起泡驗證-文獻調查

Pareto Chart of the Effects
(response is 泡泡體積, Alpha = .10)

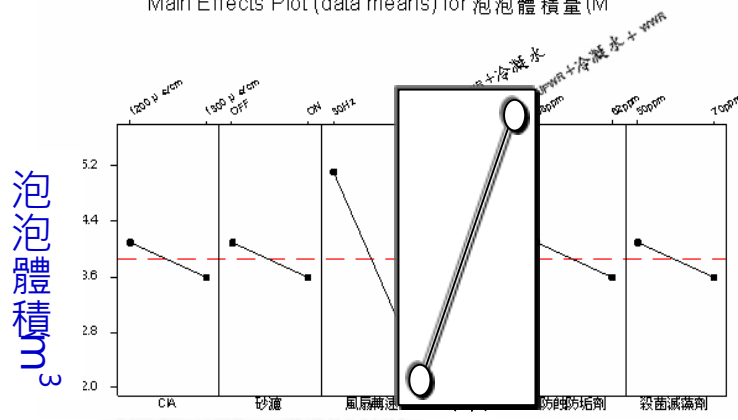
製程酸性廢水回收水



- A: CIA
- B: 砂濾
- C: 風扇轉速
- D: 循環水
- E: 防銹防垢
- F: 殺菌滅藻

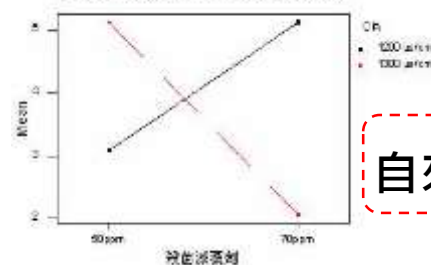
自來水+超純水之廢水回收+冷凝水+製程廢水回收水

Main Effects Plot (data means) for 泡泡體積量 (M)



冷卻水源(物料)

Interaction Plot (data means) for 泡泡體積量 (M)

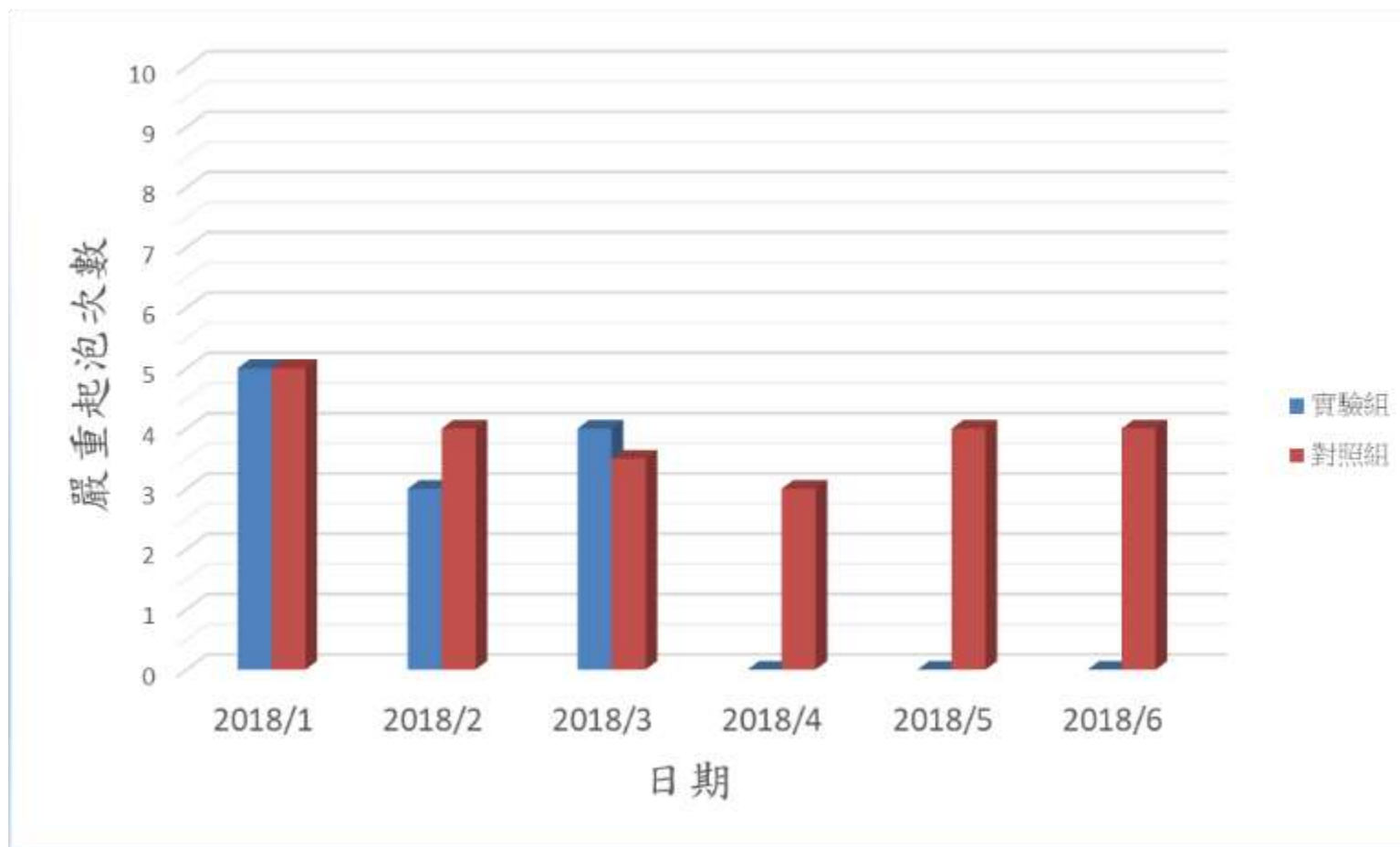


自來水+超純水之廢水回收+冷凝水

- ✓ 影響起沫主要原因製程酸性廢水回收水及殺菌滅藻劑(已最佳化)。
- ✓ 以部分水塔使用(控制組)/部分水塔不使用(實驗組)製程酸性廢水回收水再驗證。

真因驗證(一)

➤ 部分水塔不使用製程回收水 驗證



✓ 製程酸性回收水為冷卻水塔大量起泡(起泡溢流過塔體)真因。

對策擬定與實施(一)

➤ 如何改善冷卻水塔大量起泡問題?

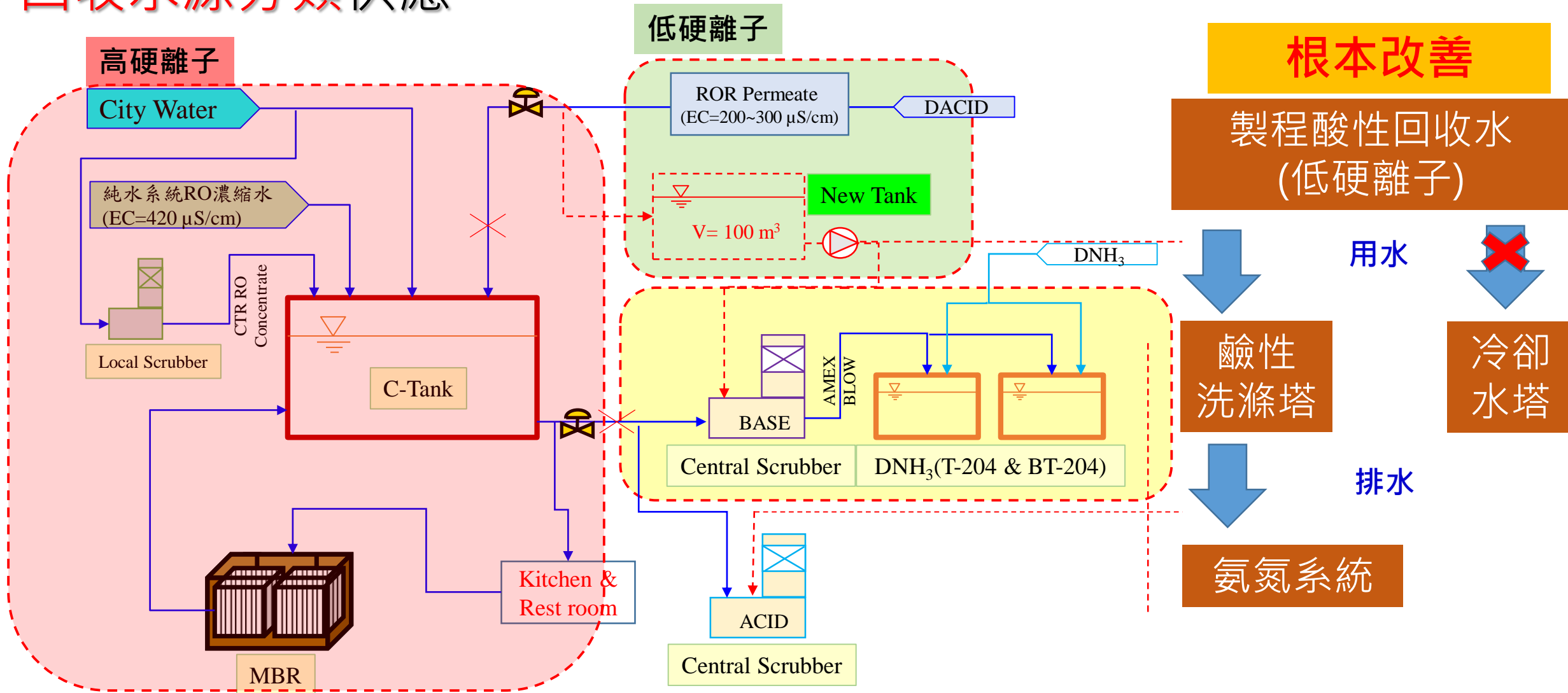
項目	方策	說明	時效性	難易度	貢獻度	可行性	成本	分數	選定
—	再調查製程回收水源，易起泡者不回收	實驗各股製程回收水源，一一進行測試，易起泡者不回收	2	3	3	2	4	14	N
—	製程回收水後加設處理單元	製程回收水再加設活性碳塔/RO去除易起泡物質如界面活性劑等	3	3	4	2	3	17	N
三	冷卻水塔新設消泡劑	冷卻水塔新設消泡劑系統	4	4	3	4	3	18	N
四	回收水源分類供應	另增設回收水槽收集製程回收水(ROR產水)，該桶槽不提供冷卻水塔使用	4	4	4	4	3	19	Y

評分標準:1~5(差~優); 選定標準:15以上

選定一項為改善方策，其中調查回收水源費時，且影響全廠回收水量，加設處理單元花費時間且增加成本空間場地問題，新設消泡劑增加放流水COD且增加運轉成本，回收水源分類供應各方面均較佳，故選擇回收水源分類供應為改善方案。

對策擬定與實施(一)

回收水源分類供應

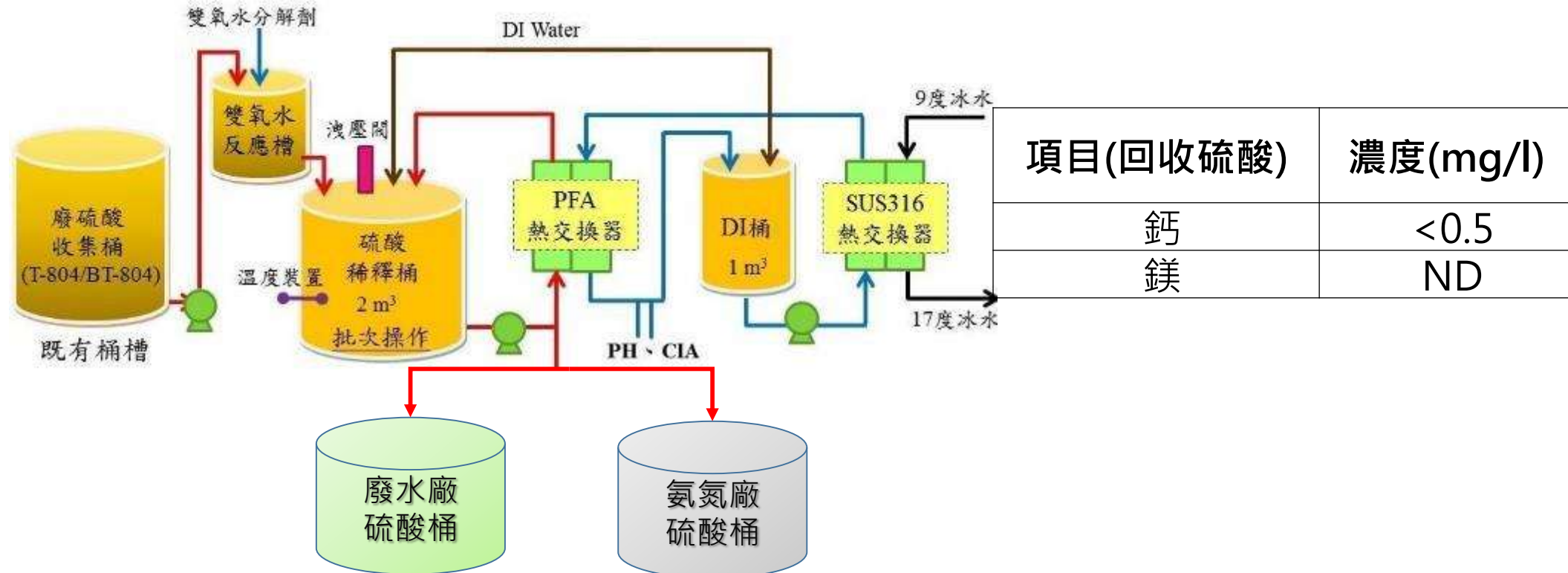


✓ 增設酸性回收系統產水收集槽，適水適用改善氨氮和洗滌塔結垢及冷卻水起泡問題。

對策擬定與實施(一)

➤ 氨氮系統硫酸化學品鈣鎂離子改善

對策方案	費用	優/缺點
回收酸供應氨氮系統使用	50萬元	1.106.9月廢硫酸系統完工，新增管路至氨氮系統硫酸槽進行改善。



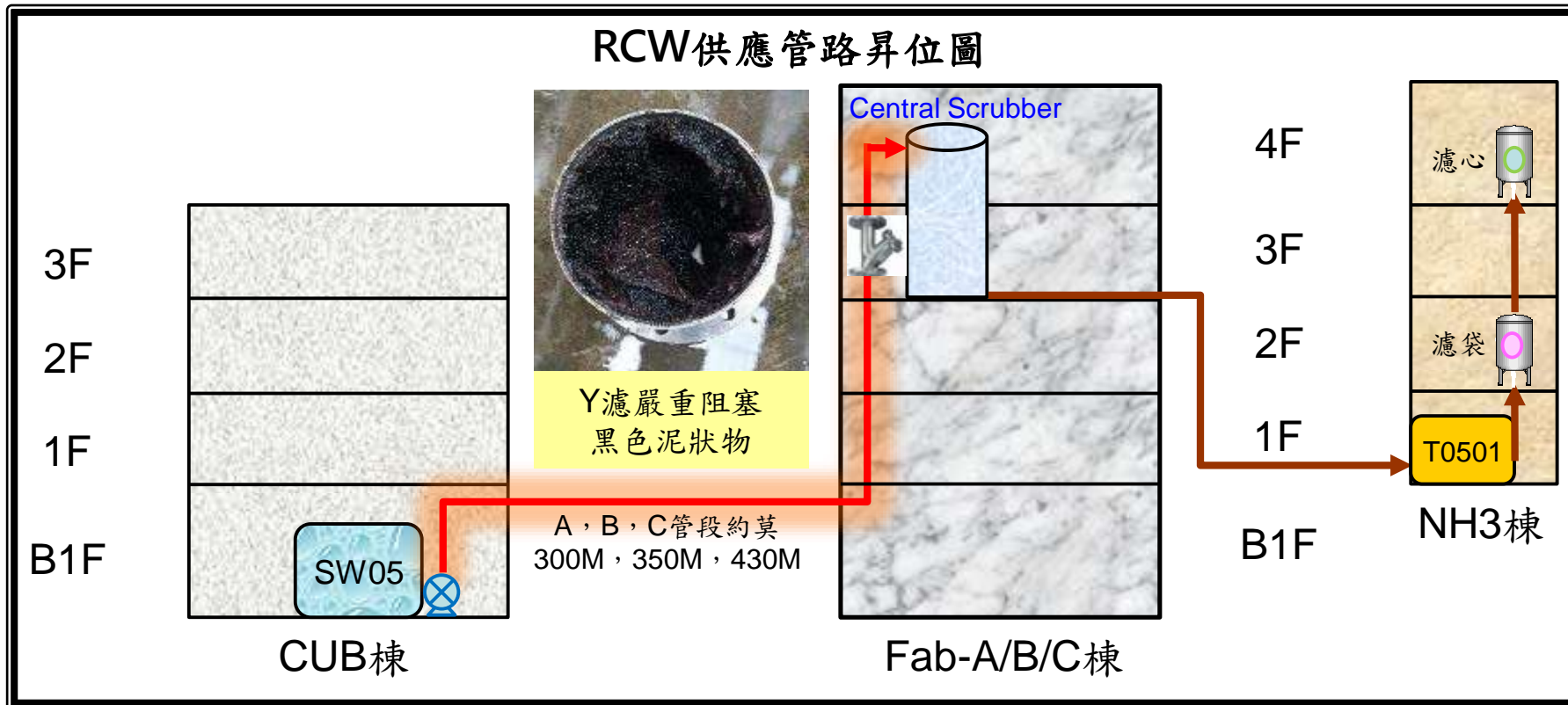
✓ 藉由製程廢硫酸回收系統改管，將回收硫酸(低鈣鎂)供應氨氮系統使用。

對策擬定與實施(一)

➤ 系統異常-過濾網嚴重菌塞

- 洗滌塔用水管路內Y型濾網阻塞。
- 檢測鹼性洗滌塔排水菌落數偏高。

長菌阻塞



項目	菌落數(cuf/ml)
A廠洗滌塔鹼系排水	0.7×10^3
B廠洗滌塔鹼系排水	0.8×10^3
CT-0808 (C廠洗滌塔鹼系排水)	1.1×10^3

✓ 藥劑廠商判斷，長期單一性投藥造成菌種抑制效果不佳。

對策擬定與實施(一)

➤ 緊急對策評估及實施

對策方案	費用	優/缺點	選擇
回收水槽及供應管路 定期停水高濃度計量 泡藥	12 萬元/年	1.可較完整將菌種殺除 2.需較長停機時間 3.會有瞬時菌種屍體剝落，可能會 造成系統阻塞異常	
定期調整酸鹼值 菌種不易孳生	無	1.利用系統既有設備調整，困難度低。 2.不符合後段供應水質	
增加長效型批次投藥 避免菌種抗藥性產生	14.1 萬元/年	1.可有效抑制菌種生長 2.不影響既有供應水質條件 3.需增加藥劑成本	●

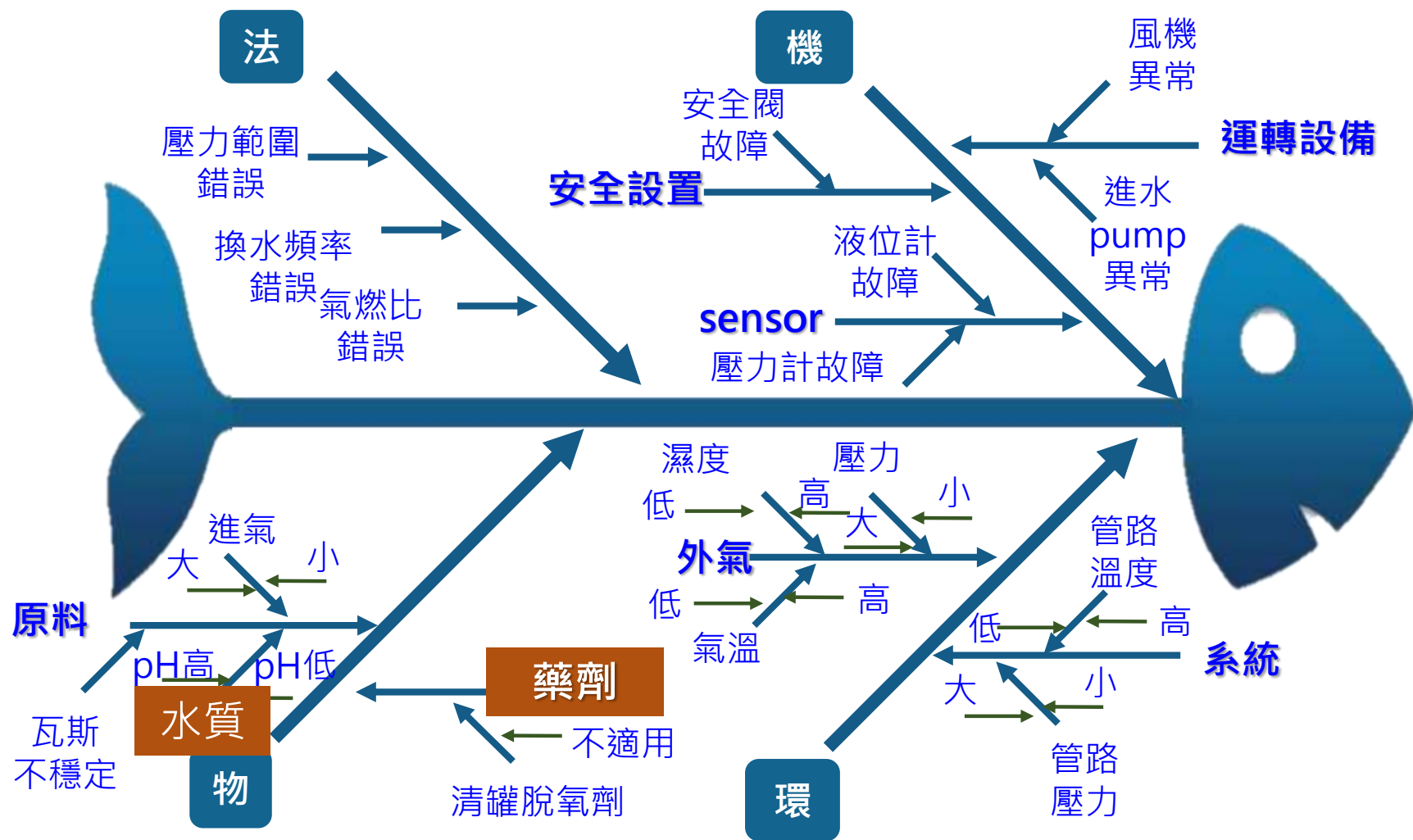
實施日期:2019/2



✓ 經小組討論，評估時效性及可行性，選用**批次投藥改善抗藥長菌問題**。

要因分析(二)

➤ 要因分析(二)



真因驗證(二)

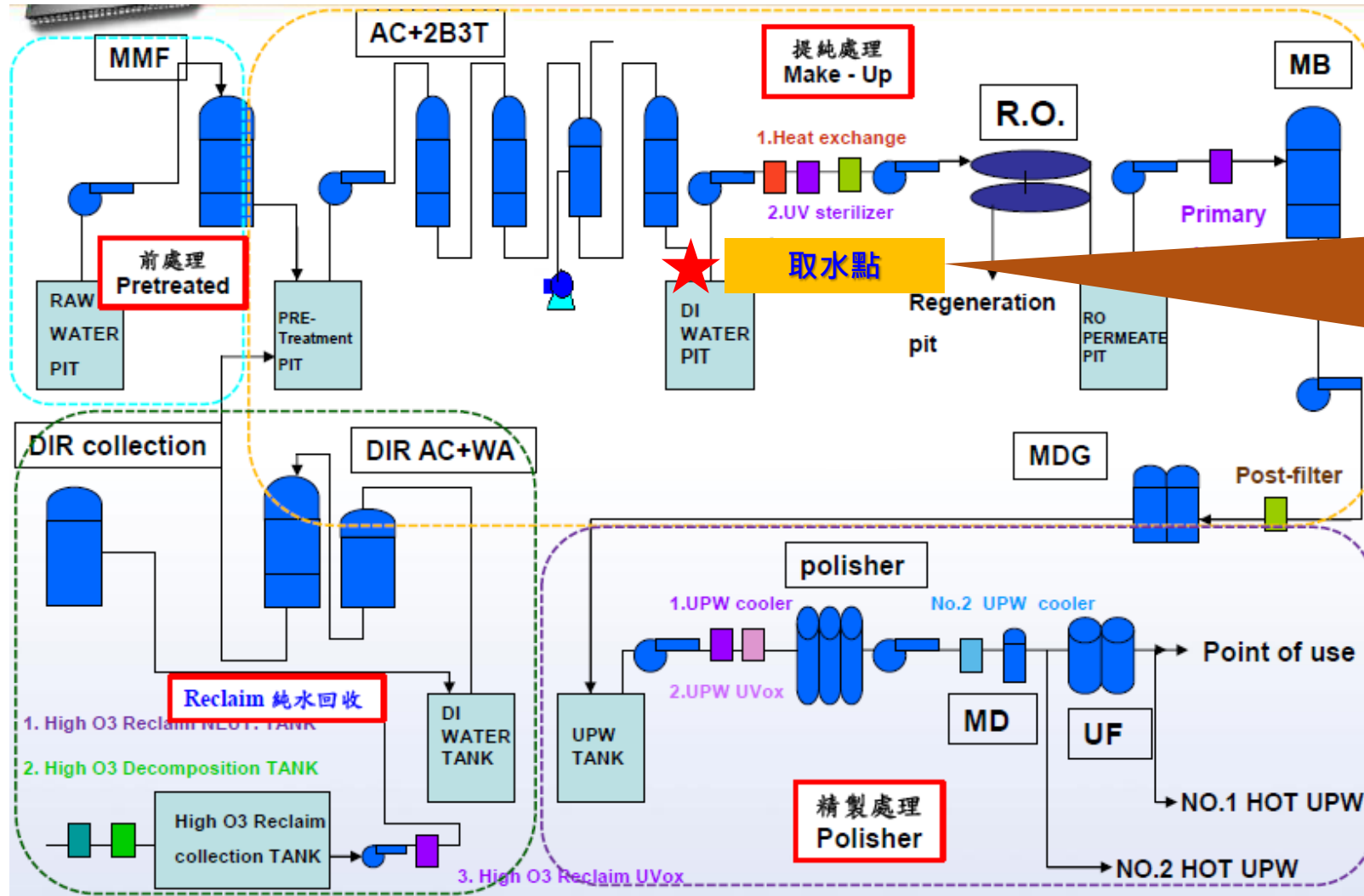
大要因	小要因	驗證方式及說明	判定	影響性
機	安全設備	檢查洩壓安全閥，正常	非真因	▲
	運轉設備	檢查進氣風機及入水pump，正常	非真因	▲
	Sensor	檢察壓力計及液位計，正常	非真因	▲
物	水質	原水為DI水，因去離子水水質造成易生鏽。	需驗證	▲
	藥劑	現況使用清罐脫氧劑無法保護爐管造成腐蝕。	需驗證	▲
	瓦斯	測試瓦斯流量，符合標準。	非真因	▲
	進氣	測試進氣量，符合標準。	非真因	▲
法	壓力	操作壓力為5~7kg/cm ² ，符合標準。	非真因	▲
	換水頻率	每周定期排出1/3桶水，符合操作頻率。	非真因	▲
	氣燃比	原廠每用定期檢測，符合標準。	非真因	▲
環	系統	系統內部操作壓力及溫度，皆穩定。	非真因	▽
	外在	大氣溫度、壓力及濕度皆穩定。	非真因	▽

▲:強相關 ▽:弱相關

✓ 經查證，仍需確認DI水水質及藥劑不適用造成爐管生鏽。

真因驗證(二)

➤ 鍋爐用水-純水水質確認



項目	DI water
酸鹼值(PH)	7.68
總硬度(CaCO ₃ ,ppm)	0
全鐵(ppm)	0
磷酸鹽(ppm)	0

✓ DI水質酸鹼值為無偏酸情況，無造成生鏽問題。

真因驗證(二)

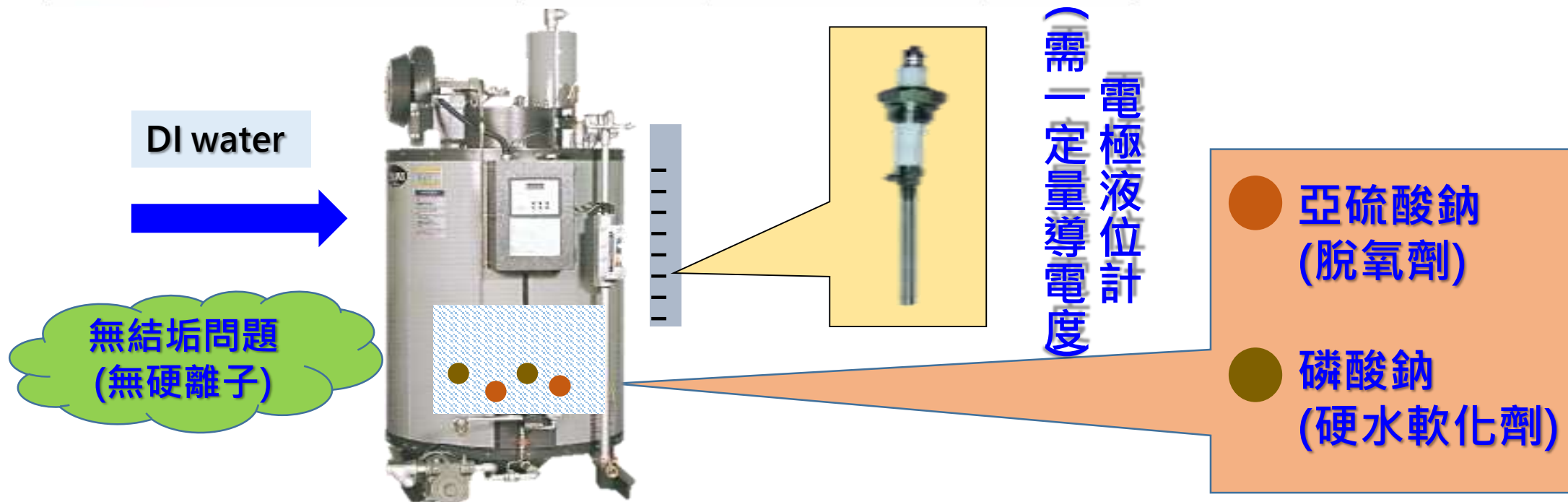
➤ 鍋爐用藥-清貫脫氧劑確認

三、成分辨識資料

中英文名稱：清罐脫氧劑 Boiler Compounds

同義名稱：

危害成分之中英文名稱	化學式	成分百分比(w/w%)	CAS No.
六偏磷酸鈉 Sodium Hexametaphosphate	$\text{Na}_6\text{O}_{18}\text{P}_6$	專利	10124-56-8
亞硫酸鈉 Sodium Sulfite	Na_2SO_3	專利	7757-83-7

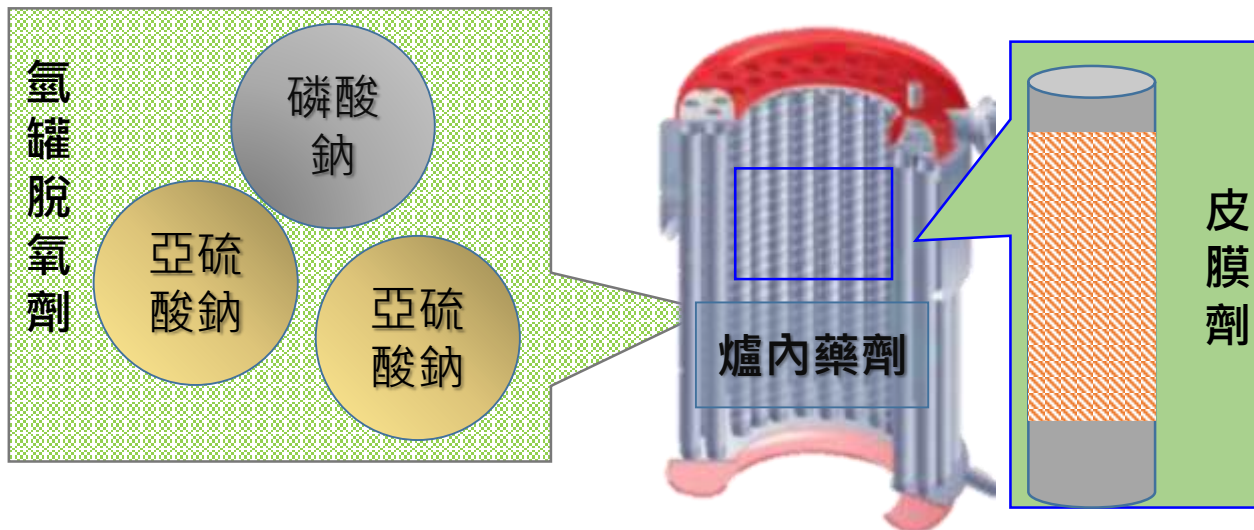


- ✓ 因電極液位計判別液位需一定量的導電度，所以加入微量磷酸鈉，提濃後磷酸鈉造成爐管鏽蝕。

對策擬定與實施(二)

➤ 鍋爐用藥改善-添加皮膜劑

對策方案	費用	優/缺點
將入水水質改微軟水 (含微量鈣鎂)	100萬元	1.優-既有藥劑無需更換。 2.缺-既有軟水水量不足風險。 3.缺-熱力系統可能會有結垢問題。
增加皮膜劑	1.89萬元/年	1.優-既有藥劑無需更換，依水質情況添加。 2.優-保護爐管防止生鏽。 2.缺-衍伸藥劑費用。



一、化學品與廠商資料

化學品名稱：防銹皮膜劑

化學品編號：ARKO 138S

三、成份辨識資料

混合物

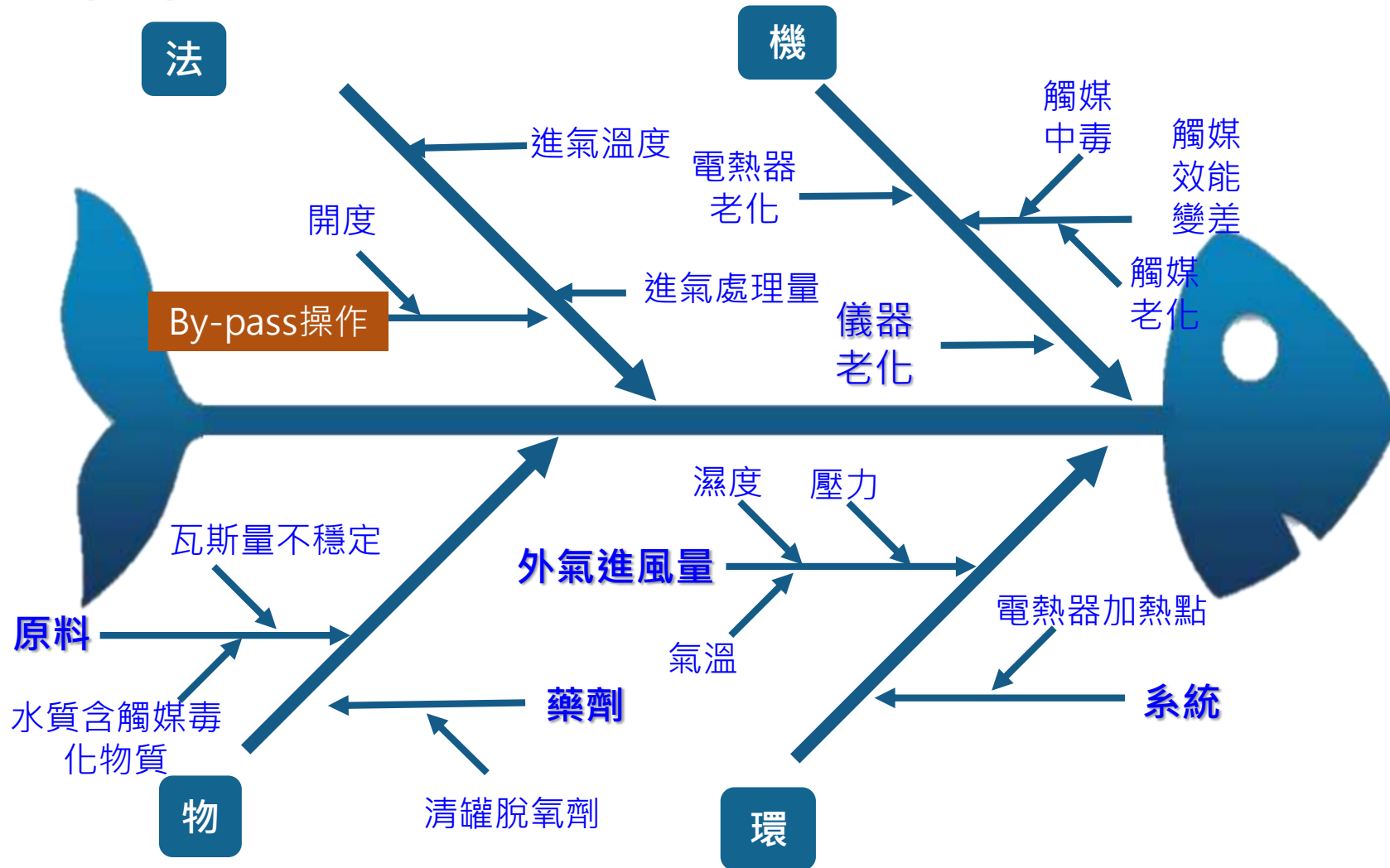
化學性質：

危害成分之中英文名	CAS No.
氫氧化鈉 Sodium Hydroxide	1310-73-2
亞硫酸鈉 Sodium Sulfite	7757-83-7

✓ 添加皮膜劑(含硼)，爐管造膜後不易受磷酸鈉腐蝕。

要因分析三

➤ 要因分析(三)



為什麼經氨氮觸媒反應後
尾氣NOx仍不穩定?

真因驗證三

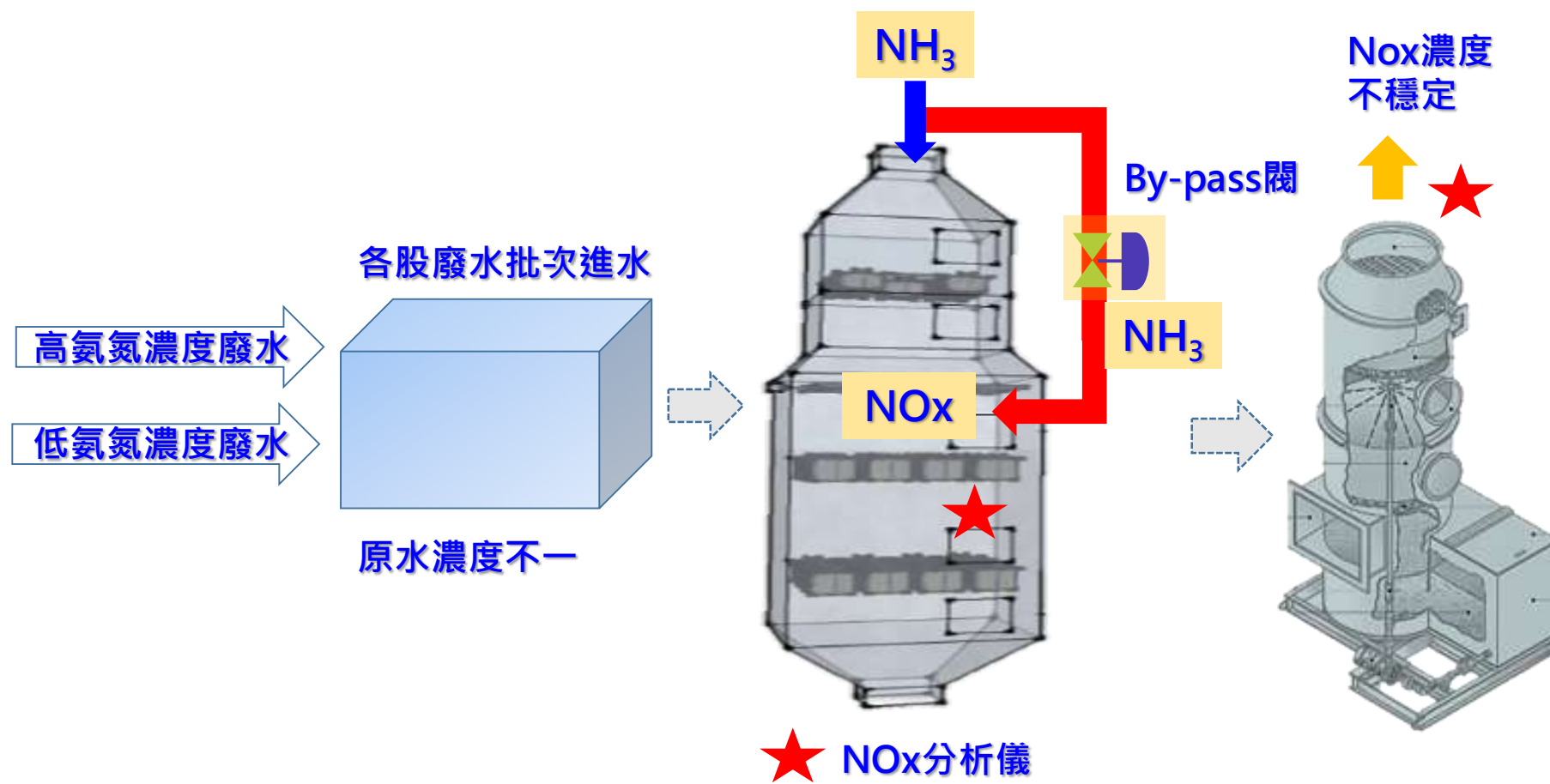
大要因	小要因	驗證方式及說明	判定	影響性
機	觸媒老化導致效率變差	觸媒拆解檢查測試效率正常	非真因	▲
	觸媒毒化導致效率變差	觸媒拆解檢查測試效率正常	非真因	▲
	儀器老化導致讀值不穩	觸媒拆解檢查測試效率正常	非真因	▲
	電熱器老化導致讀值不穩	觸媒拆解檢查測試效率正常	非真因	▲
物	原水水質含觸媒毒化物質	查證原水內含物並無有機溶劑等毒化物質	非真因	▲
	瓦斯供應量變化導致讀值不穩	經查證瓦斯供應量變化尚屬SPEC.內	非真因	▽
	清灌脫氧劑影響觸媒	經查證成分不會影響觸媒	非真因	▽
法	開度過大/小導致讀值不穩	開度可自動調整，無影響	非真因	▲
	進氣溫度太低導致讀值不穩	電熱器可自動加熱，無影響	非真因	▲
	進氣量過大/過小導致讀值不穩	經查證進氣量變化尚屬SPEC.內	非真因	▲
	By-pass操作	懷疑三段觸媒將NH ₃ 氧化成NO _x ，造成不穩定	驗證	▲
環	氣溫過低影響外氣進風量	經查證操作外氣溫度尚屬SPEC.內	非真因	▽
	濕度過高影響外氣進風量	經查證當初設計並無影響	非真因	▲
	大氣壓變化影響外氣進風量	外氣進氣閥開度可自動調整，無影響進風量	非真因	▲
	電熱器加熱點導致加熱不均	經開塔檢查加熱點正常	非真因	▲

▲:強相關 ▽:弱相關

✓ 經查證，疑似第三段觸媒設計，將NH₃氧化成NO_x，造成不穩定。

真因驗證三

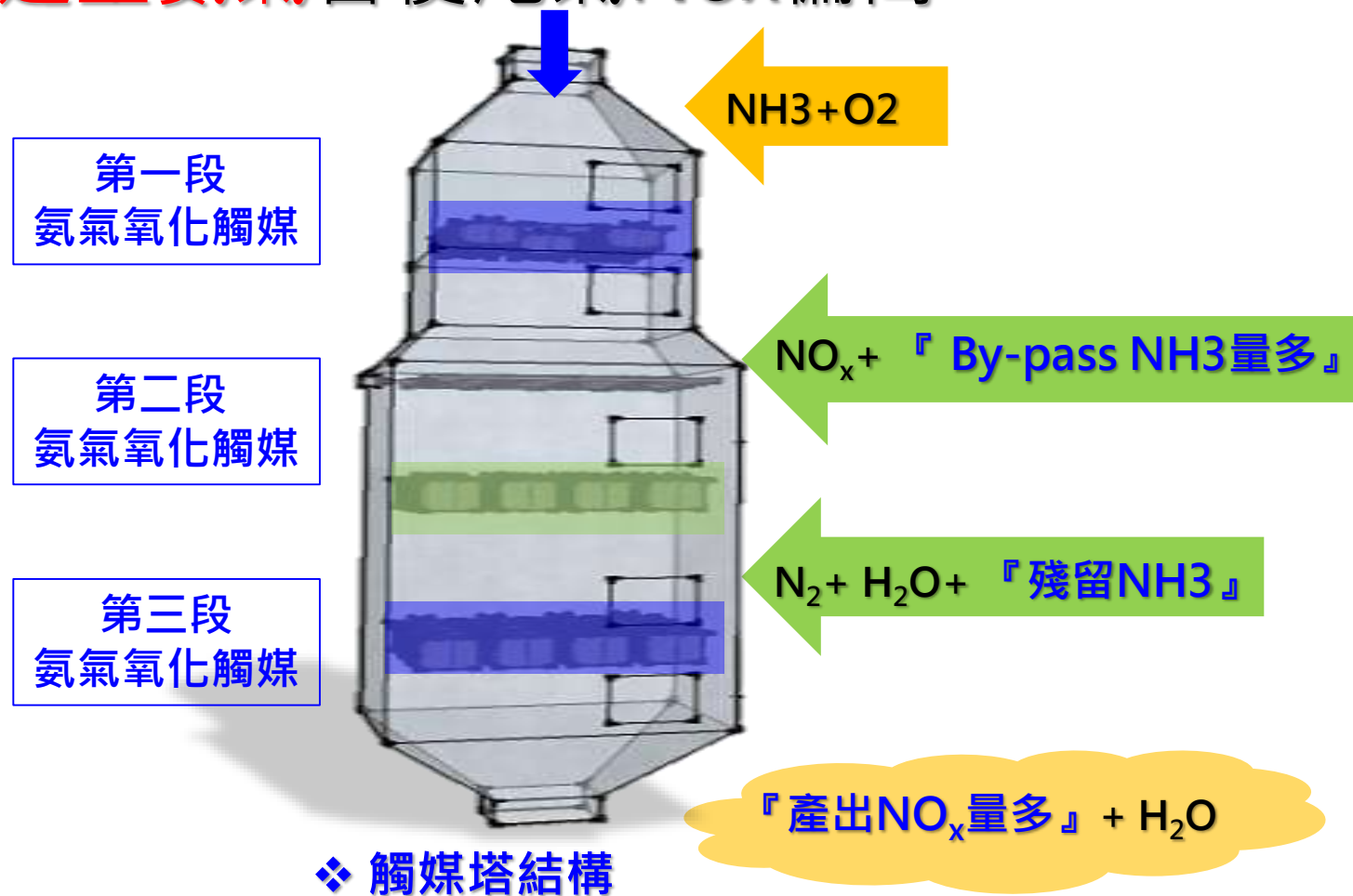
➤ 真因驗證(疑)-By-pass開度大小會導致讀值不穩



✓ 是否過量氨氣進入二段觸媒後會造成尾氣NOx偏高?

真因驗證三

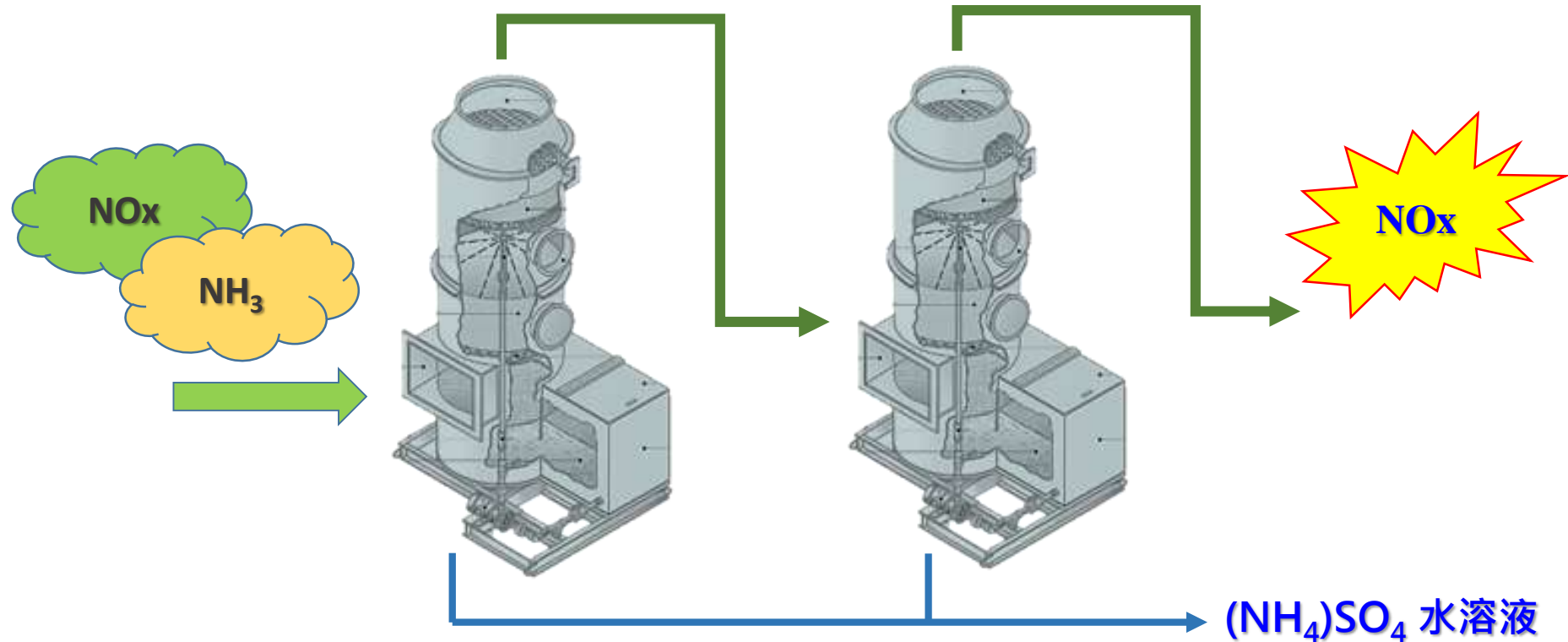
➤ 真因驗證(理)-**過量氨氣**會使尾氣Nox偏高。



✓ 第三段為氨氣氧化觸媒，二段觸媒反應後殘留氨氣濃度較多時會氧化成NOx。

真因驗證三

➤ 真因驗證(理)-因酸性Scrubber 無法處理Nox。

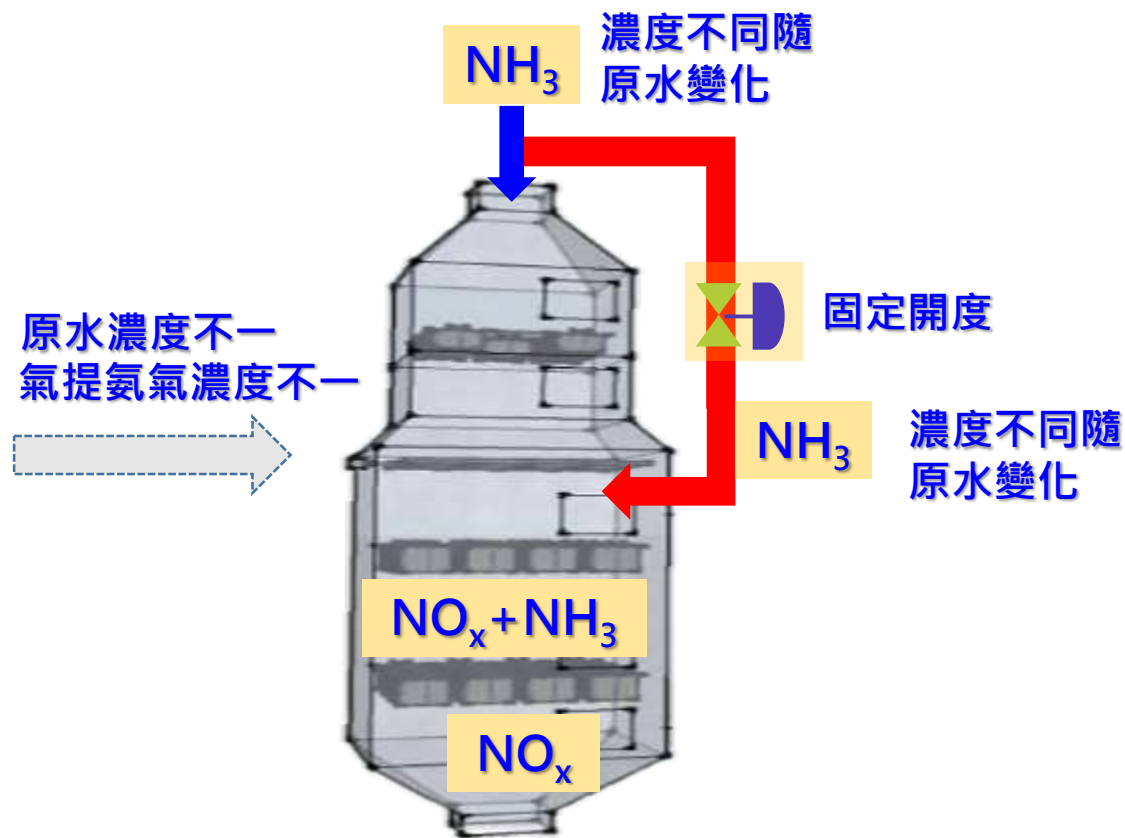


酸性洗滌塔去氨反應式： $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NH}_4^+ + \text{NO}_x + 2\text{OH}^- \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{NO}_x$

✓ 酸性洗滌塔可去除氨氣，但無法去除殘留NOx。

真因驗證三

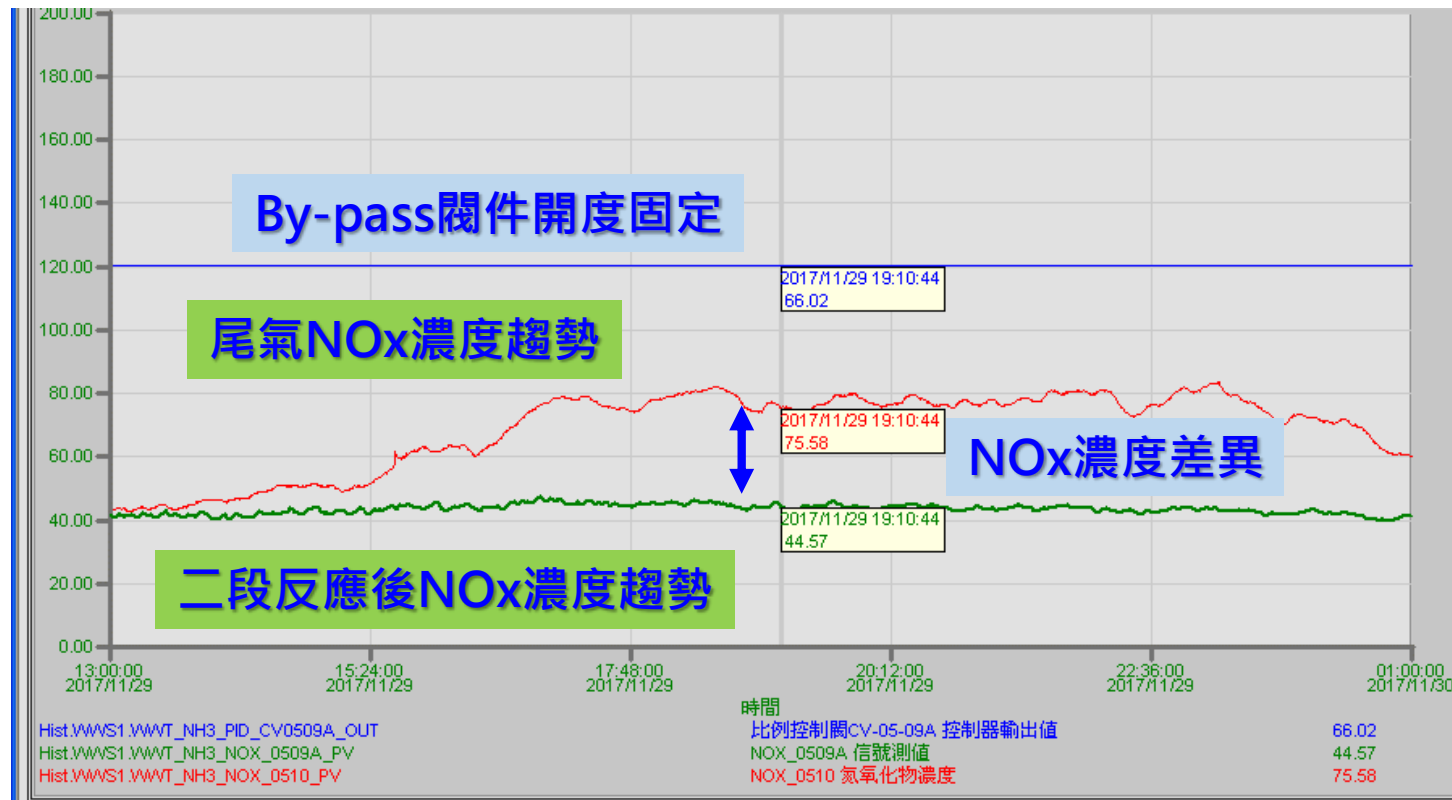
- 真因驗證(驗)-測試By-pass閥固定開度下，觀察經二段觸媒反應後NO_x及尾氣NO_x變化。



- ✓ 推測經二段反應後，NH₃濃度較高時，尾氣NO_x會偏高。

真因驗證三

- 真因驗證(證)-By-pass閥固定開度下，尾氣NOx濃度趨勢高於二段反應後NOx濃度趨勢，代表殘留氨氣經第三觸媒氧化為NOx。

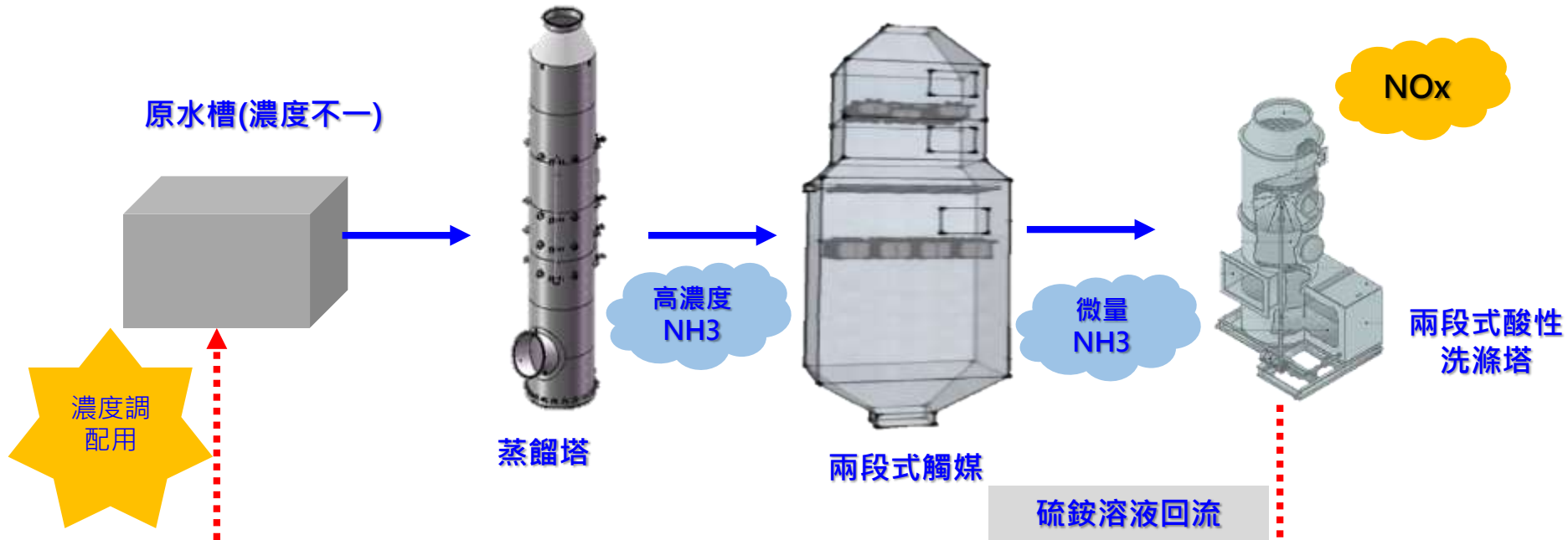


日期2017.11.29

- ✓ 第三段觸媒會使尾氣NOx偏高，不穩定。

對策擬定與實施(三)

對策方案	費用	優/缺點
scrubber藥劑改為NaOH+漂白水	346萬元/年	1.優-設備無需新增。 2.缺-次氯酸鈉藥劑量需求大。 3.缺-氯氣逸散人員危害高。
移除第三段氧化觸媒	35萬元/次	1.優-設備無需修改。 2.優-Scrubber 洗滌成硫氨後可調配原水。 2.缺-衍伸藥劑費用。
增加第二段還原觸媒	3,000萬元	1.優-增加後操作空間大。 2.缺-既有設備無法增加，空間及成本大。



效果確認及效益分析

效果確認

- 減少濾料更換費用：由3.9次/天→1.9次/天。
- 減少觸媒更換費用：減少第三段觸媒維護費用。
- 減少異常費用小計：NOx偏高異常處理費用。
- 減少鍋爐更換費用：破損鍋爐爐體更換費用。
- 減少設備藥洗費用：
 - 1.水對水熱交換器藥洗頻率48次/年→3次/年。
 - 2.減少蒸餾塔藥洗頻率次數4次/年→次數1次/年。

效益分析

□ 以上節省合計：303.4萬元/年

結論

改進

藥劑

找出根因，掌握未來

創新

回收水

適水適用，追求極致

環保

耗材

減廢節水，YES I DO



Thank
you!!!



And You!

Winbond