

恭迎 總裁 暨各級長官蒞臨指導



苯乙烯廠

五、智能工廠推動進度報告

本部於2021年起推動生產設備由自動化往數位工廠演進，將現有營運管理及生產管理，導入雲端運算、行動裝置、大數據分析及人工智慧等技術，朝向模擬工廠與整廠優化及營運數位化的目標改善。

模擬工廠與整廠優化

資料數位化

即時數據資料庫
現場輪班管理數位化

製程模擬

製程質能平衡試算
試算製程/設備優化指標

製程優化

製程單元預測模組
製程跨單元整合優化

廢水處理優化

曝氣槽菌相影像辨識
廢水生物處理整合優化

設備管理

設備保全/電氣SCADA系統
設備性能智能監診模組

工廠安全

作業人員安全行為監控
管線腐蝕、洩漏監控

營運數位化

產銷管理

產、銷、庫存協調數位化
產品損益預估

績效管理

產品單位利益彙總分析
產品 KPI競爭力績效分析

營業管理

內/外銷銷售及交運狀態
產品價格走勢及流向

五、智能工廠推動進度報告

模擬工廠與整廠優化，主要是將工廠各單元及設備的運轉效率可視化，並提供最佳化操作建議，以達到整廠即時優化；另可將現有被動式異常管理模式，發展為具備預測、預警及優化功能的主動管理模式，強化產品競爭力以達永續經營目標。

模擬工廠與整廠優化開發共分為**五大部分**，預定2023年12月完成，進度彙總如下：

化二部模擬工廠		SM廠(麥寮)		SM廠(海豐)		合成酚廠		苯酚廠(寧波)		合計
		已完成 /總數	完成日 (預完日)	已完成 /總數	完成日 (預完日)	已完成 /總數	完成日 (預完日)	已完成 /總數	完成日 (預完日)	已完成 /總數
1	建立全廠即時數據資料庫	10,957/ 10,957	2012.1	8,889/ 8,889	2012.1	7,430/ 7,430	2012.1	8,595/ 8,595	2020.11	35,871/ 35,871
2	全廠製程模擬模型	13/30	(2023.12)	5/14	(2023.7)	12/21	(2022.12)	4/11	(2022.12)	34/76
3	製程單元優化預測模組	6/17	(2023.6)	4/13	(2023.12)	8/17	(2023.6)	2/7	(2023.10)	20/54
4	跨單元整合優化預測模組	0/1	(2023.12)	0/1	(2023.12)	1/3	(2023.12)	0/1	(2023.3)	1/6
5	設備性能及預警模組	56/96	(2022.6)	49/77	(2022.6)	71/124	(2022.6)	5/26	(2022.12)	181/323

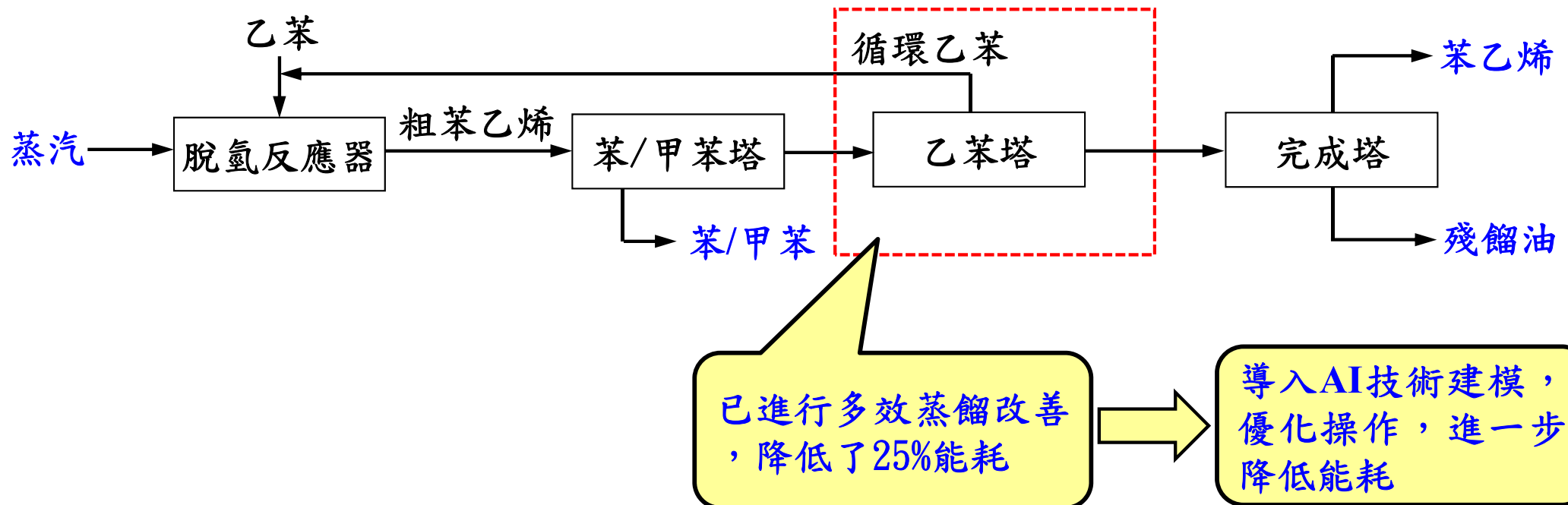
五、智能工廠推動進度報告

針對化二部模擬工廠第三項開發「製程單元優化預測模組」案件彙總報告

項次	項目	內容摘要	效益	效益 (千元/年)	完成日
1	SM廠(麥寮)多效蒸餾系統優化模組	能源優化，降低蒸汽耗用。	蒸汽： 2.3噸/時	18,955	2021.1.29
2	SM廠(海豐)脫氫反應系統優化模組	提升SM產率，以降低蒸餾區蒸汽耗用。	蒸汽： 3.2噸/時	30,870	2019.08.05
3	SM廠(海豐)汽提塔優化模組	能源優化，降低蒸汽耗用。	蒸汽： 2.0噸/時	16,112	2020.10.25
4	合成酚廠裂鍵反應AMS產率優化模組	建立優化應用平台，AMS產率由81.4提升至84.2%。	原料回收： 817噸/年	29,724	2020.05.31
5	合成酚廠氧化塔出口產率優化模組	預測氧化塔出口CHP濃度，產率由92.8提升至93.3%。	原料回收： 3,688噸/年	134,175	2021.11.30
6	其他	已完成：20案 進行中：13案 待規劃：21案		112,008	(2023.12.30)
合計共54案				341,844	

案例：智能工廠-MED節能優化模組

1. 乙苯塔為蒸餾區能耗最大的蒸餾塔，因此SM廠(麥寮)於2020年5月將乙苯塔整合做多效蒸餾(MED)改善，蒸汽總用量由61.7噸/時降至46.2噸/時，減少15.5噸/時，降低了25%能耗。
2. 經檢討操作上還有優化的空間，為了更進一步降低乙苯塔的能耗，擬導入AI人工智慧技術，建立MED的AI預測模組，來優化操作，減少蒸汽使用。



定義問題與目標

資料盤點與清理

數據探索分析

模組開發

線上應用

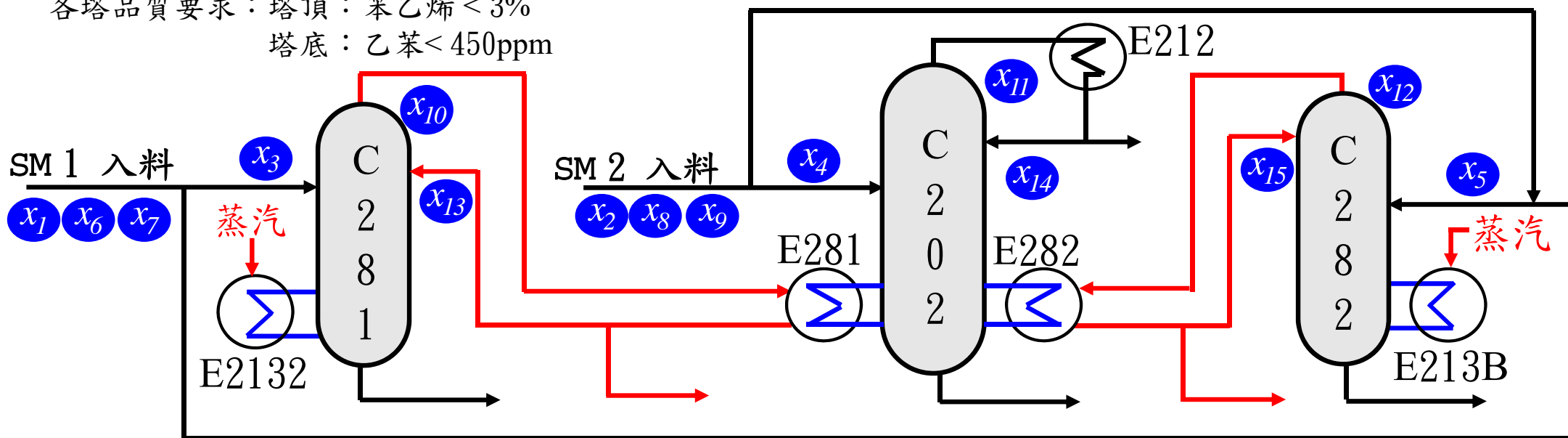
1. SM 廠(麥寮)多效蒸餾改善(MED)，主要是利用高壓乙苯塔(C-281/C-282)塔頂製程流出物的潛熱作為低壓乙苯塔(C-202)的再沸器熱源，節省蒸汽使用。
2. 多效蒸餾的三塔操作受到6個入料條件及9個控制變數影響，各塔之間的操作相互連動而不易調整，為兼顧品質及能耗，故導入AI技術優化操作，在確保品質合格(塔頂：苯乙烯 < 3%、塔底：乙苯 < 450ppm)，得到最低蒸汽耗用量的操作條件。

入料條件(6個)：SM 1入料流量(x_1)、SM 2入料流量(x_2)、SM1入料乙苯組成(x_6)、SM1入料苯乙烯組成(x_7)、SM2入料乙苯組成(x_8)、SM2入料苯乙烯組成(x_9)

控制變數(9個)：C281入料流量(x_3)、C202入料流量(x_4)、C282入料流量(x_5)、C281塔頂壓力(x_{10})、C202塔頂壓力(x_{11})、C282塔頂壓力(x_{12})、C281回流流量(x_{13})、C202回流流量(x_{14})、C282回流流量(x_{15})

各塔品質要求：塔頂：苯乙烯 < 3%

塔底：乙苯 < 450ppm



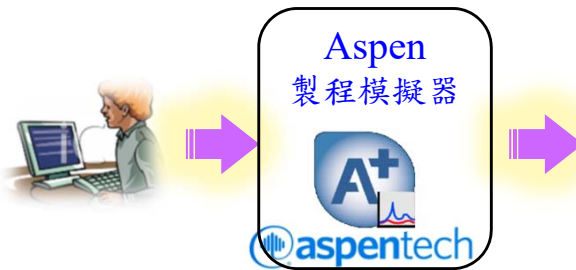
案例：智能工廠-MED節能優化模組

定義問題與目標 資料盤點與清理 數據探索分析 模組開發 線上應用

1. 收集MED系統2020/8/17~2020/12/10，DCS操作數據165,600筆(1筆/分)及品管化驗數據345筆(3筆/天)，經資料對齊及刪除離群值後，剩下237筆。
2. 由於製程長期以100%產能穩定操作生產，所收集的現場數據變異範圍小，會導致AI模組的適用廣度及準確度不足。
3. 為提高訓練資料的廣度與準確度，以具製程領域專業的工程師根據文獻、設計資料，使用製程模擬軟體(Aspen⁺)建置並擬合適用SM廠(麥寮)的MED系統穩態理論模型，將15個特徵變數在設計操作範圍內，排列出不同的操作變數組合，產出62,208筆廣域且具有物理意義的大數據。

控制變數	模擬範圍	
	min	max
I_SM1_Feed_Flow(kg/h)	48,000	54,500
I_SM2_Feed_Flow(kg/h)	70,000	76,000
I_C281_Feed_Flow(kg/h)	26,784	30,956
⋮	⋮	⋮
_C282_Top_Press(kg/cm ² *g)	-0.612	-0.571

設計的控制組合&操作範圍
製程專業篩選15個特徵變數



製程數據模擬

模擬結果	C281塔頂 苯乙烯 濃度(%)	C281塔底 乙苯濃度 (ppm)	C202塔頂 苯乙烯 濃度(%)	C202塔底 乙苯濃度 (ppm)	C282塔頂 苯乙烯 濃度(%)	C282塔底 乙苯濃度 (ppm)	...
Out_1	15.13	97	1.38	810	2.9	322	
Out_2	6.48	324	3.6	472	13.8	114	
Out_3	2.2	473	8.8	262	9.8	381	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
Out_62208	0.31	622	2.6	837	0.9	532	

產出62,208筆廣域具物理意義的大數據

案例：智能工廠-MED節能優化模組

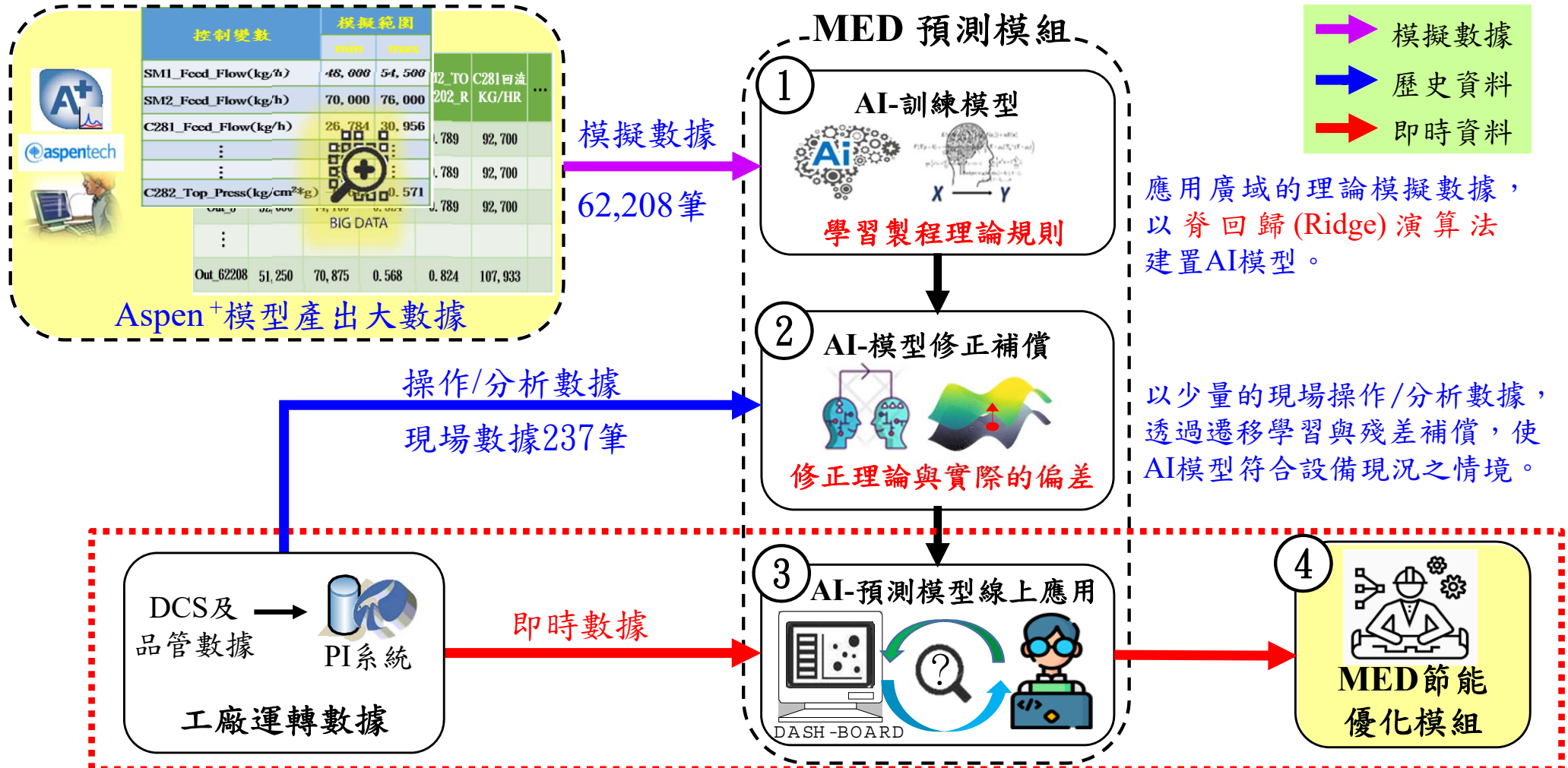
定義問題與目標

資料盤點與清理

數據探索分析

模組開發

線上應用



1. 利用ASPEN⁺模型產出的大量模擬數據，透過脊回歸(Ridge)演算法來建置初步的AI模型。
2. 整合操作/分析數據，透過遷移學習與殘差補償修正理論與實際的偏差，使模型符合現況。
3. 以工廠運轉數據丟入訓練模型中，經驗證符合驗收指標後導入線上應用。
4. 最後開發出屬於SM廠(麥寮)的MED節能優化模組，提供推薦操作指引。

案例：智能工廠-MED節能優化模組

定義問題與目標

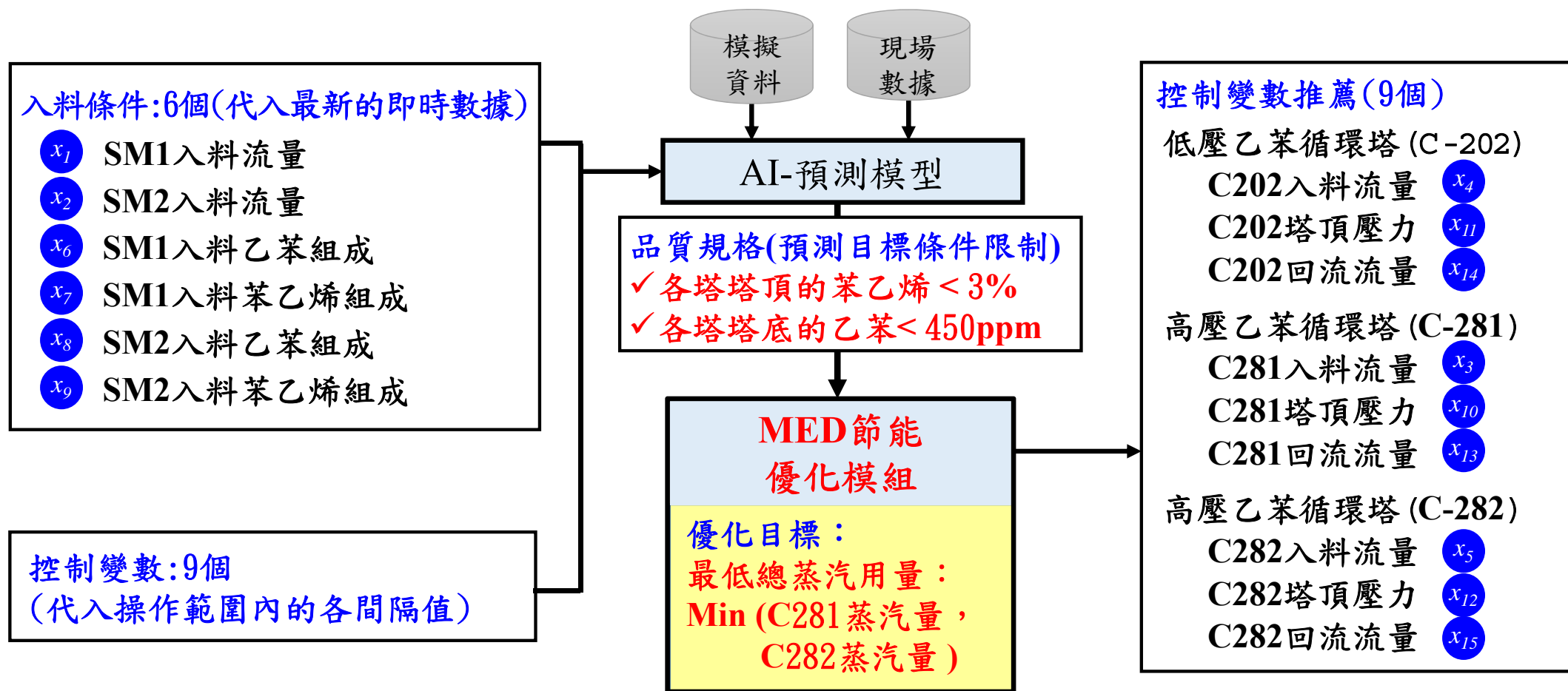
資料盤點與清理

數據探索分析

模組開發

線上應用

1. AI預測模型根據入料條件，在控制變數的操作範圍內，試算並列出所有品質合格的操作組合。
2. 再由MED節能優化模組進行篩選，找到蒸汽使用量最低的組合條件，呈現於介面(Dashboard)做為推薦值，指引盤控進行製程優化調整。



案例：智能工廠-MED節能優化模組

定義問題與目標

資料盤點與清理

數據探索分析

模組開發

線上應用

MED節能優化操作介面已於2020年12月完成上線應用，如下圖：

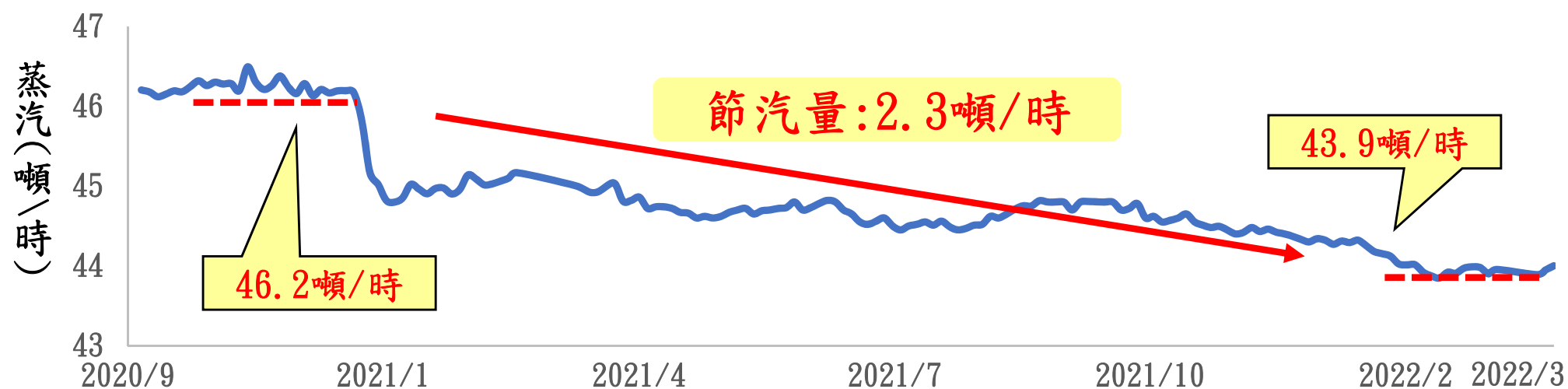


案例：智能工廠-MED節能優化模組

模組效益

利用Dashboard的推薦，於2020年12月中開始調整，並以12月初的數據作為比較基準

驗證測試	操作參數									目標結果	
	C281 入料量 (M ³ /H)	C202 入料量 (M ³ /H)	C282 入料量 (M ³ /H)	C281 塔頂壓力 (kg/cm ²)	C202 塔頂壓力 (kg/cm ²)	C282 塔頂壓力 (kg/cm ²)	C281 回流量 (M ³ /H)	C202 回流量 (M ³ /H)	C282 回流量 (M ³ /H)	C281 蒸汽用量 (kg/H)	C282 蒸汽用量 (kg/H)
調整前	27,998	58,995	35,315	-0.657	-0.930	-0.617	101,563	229,824	143,824	18,802	27,436
模組推薦	28,129	58,826	34,895	-0.619	-0.921	-0.622	100,246	214,781	140,829	17,693	26,267
調整後	27,997	58.663	35,094	-0.618	-0.922	-0.617	100,658	214,323	141,117	17,891	26,082



由模組推薦的最佳操作建議，截至2022/3/9，經調整後蒸汽用量由46.2噸/時降至43.9噸/時，減少蒸汽耗用2.3噸/時，年效益18,955千元。