

1 五、智能工廠推動進度報告

本部於2019年起推動數位優化管理模式，將現有營運管理及生產管理，導入大數據分析、人工智慧、模擬軟體等技術，來建構及推動模擬工廠與整廠優化及營運動態管理優化的目標努力。

模擬工廠與整廠優化

製程模擬

- ◎線性規劃
- ◎製程單元模擬

資料數位化

- ◎即時數據資料庫
- ◎現場輪班管理數位化

製程安全

- ◎腐蝕智慧監控系統
- ◎Flare系統監控模組

製程優化

- ◎製程單元預測模組
- ◎製程跨單元整合模組

設備管理

- ◎設備性能監控模組
- ◎泵浦軸承壽命預測

工廠安全

- ◎泵浦洩漏監控系統
- ◎儲槽VOC回收設備監控

營運動態管理優化

市場預測

- ◎資訊自動收集系統
- ◎原料產品價格預測

營業優化

- ◎營運動態管理平台
- ◎客戶意見回饋

產銷優化

- ◎輕油組成估價模組
- ◎原料產品組合模組

五、智能工廠推動進度報告

化一部模擬工廠與整廠優化：

主要以既有的全廠製程模擬模型(**PRO II**)為基礎，搭配即時數據資料庫(**PI**)，利用適當的演算法建置AI模型給予**可視化的最佳操作建議**，以達到**整廠即時優化**的目的。

開發內容共分為**五大部分**，預定**2024年6月完成**，進度彙總如下：

化一部模擬工廠		ARO1廠		ARO2廠		ARO3廠		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)	
1	開發全廠製程 模擬模型	24/24	2005. 06	22/22	2006. 06	28/28	2007. 06	74/74
2	建立全廠即時 數據資料庫	15, 154/ 15, 154	2012. 01	15, 945/ 15, 945	2012. 01	18, 296/ 18, 296	2012. 01	49, 395/ 49, 395
3	開發 各製程單元 預測模組	9/16	(2023. 09)	6/13	(2023. 06)	5/18	(2023. 12)	20/47
4	開發 跨單元整合 預測模組	3/5	(2023. 12)	1/4	(2023. 12)	1/5	(2024. 06)	5/14
5	開發設備監控 預警模組	62/131	(2023. 09)	71/139	(2023. 12)	70/203	(2023. 12)	203/473

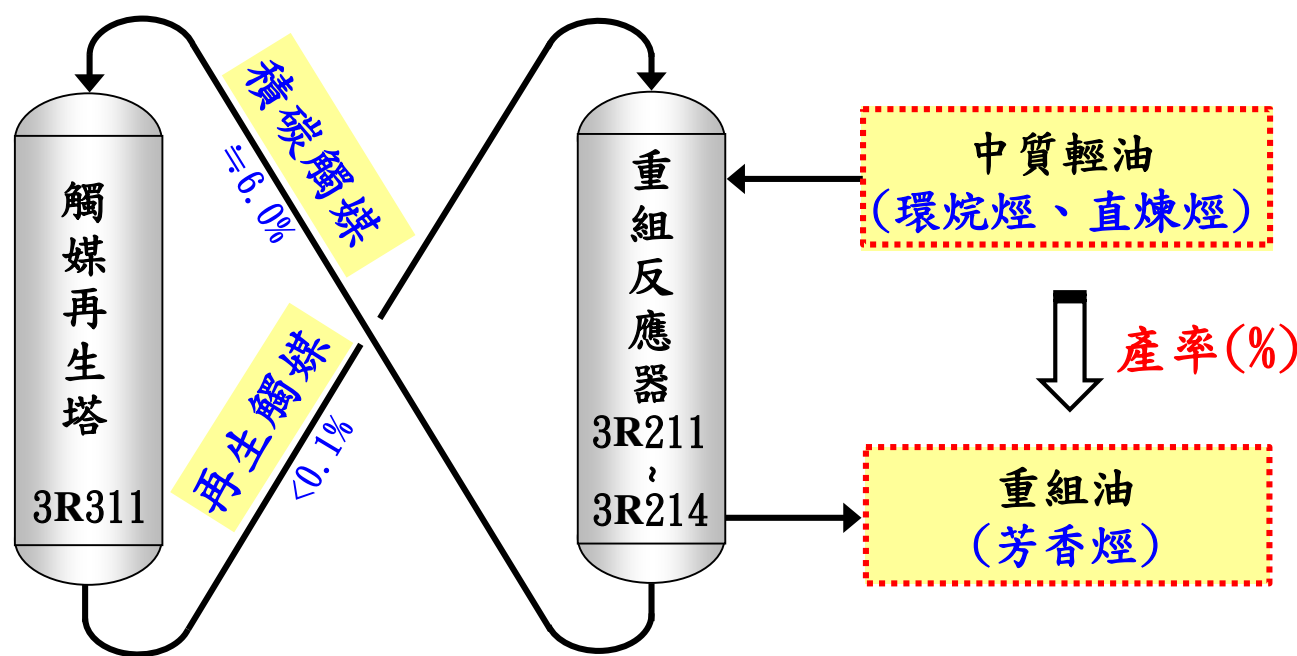
五、智能工廠推動進度報告

第三、第四項開發各製程單元與跨單元整合預測模組案件彙總

項次	項目	內容摘要	效益	效益 (千元/年)	完成日
1	ARO3廠重組觸媒再生優化模組	推薦觸媒再生程序操作優化，提升芳香烴產率。	芳香烴：2.4噸/H	89,168	2022.04.30
2	ARO1廠重組反應系統效益優化模組	推薦重組反應器系統操作條件優化，提升芳香烴產率。	芳香烴：0.7噸/H	29,547	2020.03.31
3	ARO2廠重組單元循環氫氣控制優化模組	推薦壓縮機轉速控制優化，節省蒸汽。	41K蒸汽：1.0噸/H	5,648	2021.03.31
4	ARO3廠重萃/裂萃單元能源優化模組	能源優化，降低蒸汽耗用。	21K蒸汽：1.5噸/H	8,712	2021.03.31
5	ARO1廠去庚烷塔節能優化模組	能源優化，降低蒸汽耗用。	41K蒸汽：0.5噸/H	2,824	2021.12.31
其他	已完成：25案(137,553千元/年) 進行中：6案(38,057千元/年) 規劃中：30案(81,816千元/年)			257,426	(2024.06.30)
合計共61案				393,325	--

案例：ARO3廠重組觸媒再生優化模組

- 200區重組反應器 **芳香烴產率** 是工廠獲利關鍵之一，因重組反應會導致觸媒快速積碳，所以必須在生產期間進行觸媒連續再生(將積碳燒除)，再生後的觸媒(積碳<0.1%)會再送回重組反應器。
- 控制重組反應產率主要有兩個因素①反應器操作條件②觸媒再生後的品質。經檢討，本廠觸媒再生在操作上還有優化的空間，擬導入AI人工智慧技術，強化觸媒再生後的品質，進一步 **提升芳香烴產率**。



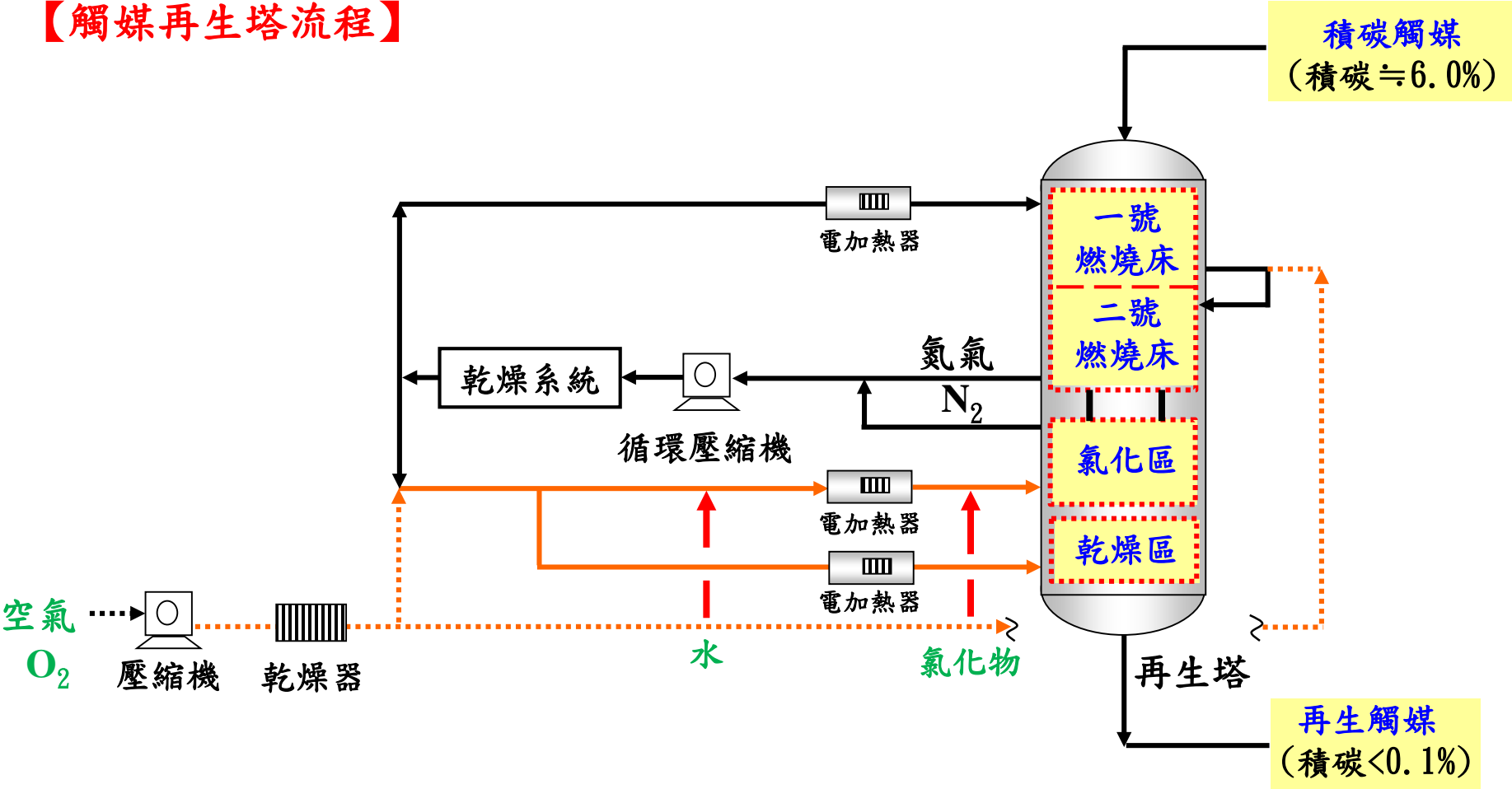
觸媒再生優化模組

重組反應系統效益優化模組

觸媒連續再生示意圖

案例：ARO3廠重組觸媒再生優化模組

【觸媒再生塔流程】



流程說明：
重組高積碳觸媒由頂部進入再生塔，在一號/二號燃燒床進行積碳燒除，在氯化區注入空氣、氯、水來恢復觸媒金屬基與酸性基功能，最後在乾燥區使用高溫氮氣吹除水分後送回重組反應器。

案例：ARO3廠重組觸媒再生優化模組

定義問題與目標

資料盤點及清理

探索分析

模組開發

線上應用

【問題點】

1. 觸媒再生單元系統複雜，控制參數眾多，觸媒再生後品質穩定度仍有優化空間。
2. 藉由導入AI工具精進觸媒再生後穩定度，提升重組芳香烴產率。

【改善對策】

開發重組觸媒再生優化模組

操作條件推薦功能透過DCS與品管數據，建置AI預測模組並依照重組進料環烷烴與芳香烴(N+A)組成分模後進行6個目標預測，藉由AI模式依建議功能得到主要九項操作變數，導入實務操作達到重組觸媒最佳產率。



案例：ARO3廠重組觸媒再生優化模組

定義問題與目標 → 資料盤點及清理 → 探索分析 → 模組開發 → 線上應用

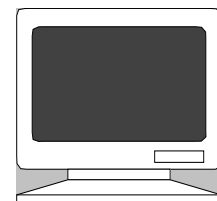
再生單元相關錶點共88個，收集2020/1～2022/2，DCS操作數據18,533筆(1筆/時)及品管化驗數據1,977筆(3筆/天)。經資料對齊、補值及刪除離群值後，剩下12,413筆有效數據。

再生單元相關數據，共88個錶點。收集DCS操作數據18,533筆及品管化驗數據1,977筆。

針對DCS操作數據進行刪除異常數值，與停車資料。

針對品管化驗數據進行補值。

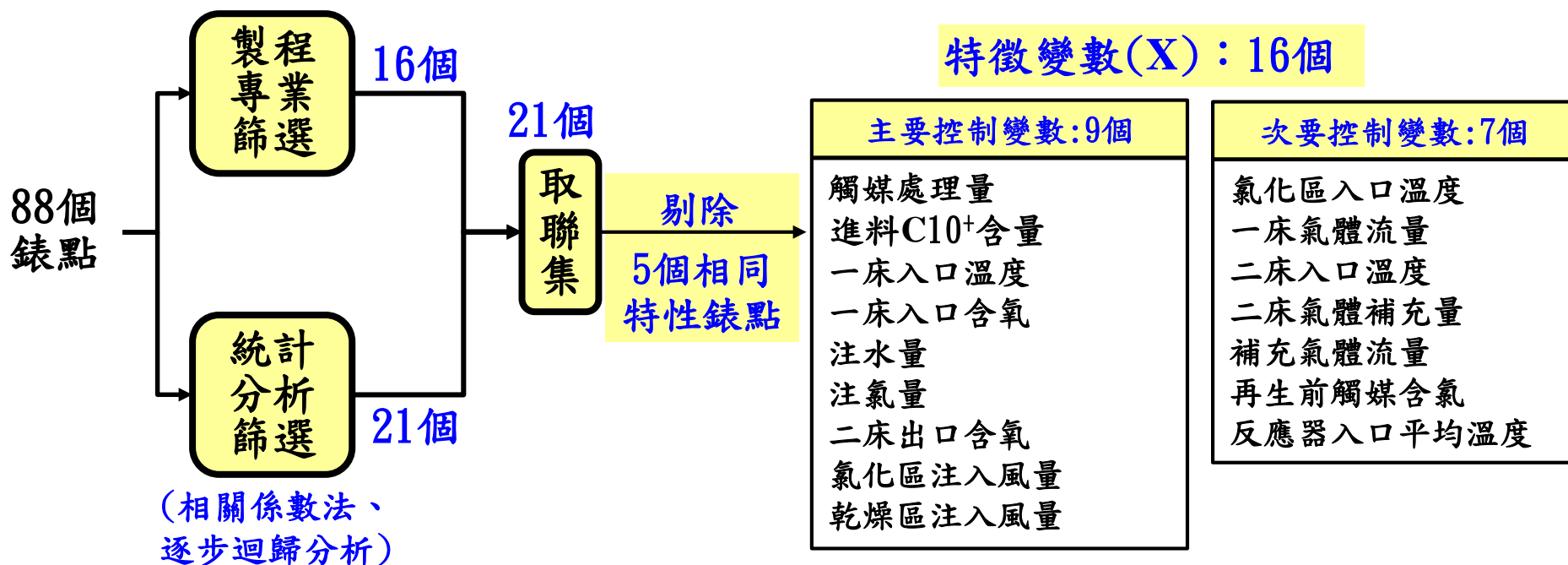
剩下12,413筆有效數據做為後續模組建置使用。



案例：ARO3廠重組觸媒再生優化模組

定義問題與目標 → 資料盤點及清理 → **探索分析** → 模組開發 → 線上應用

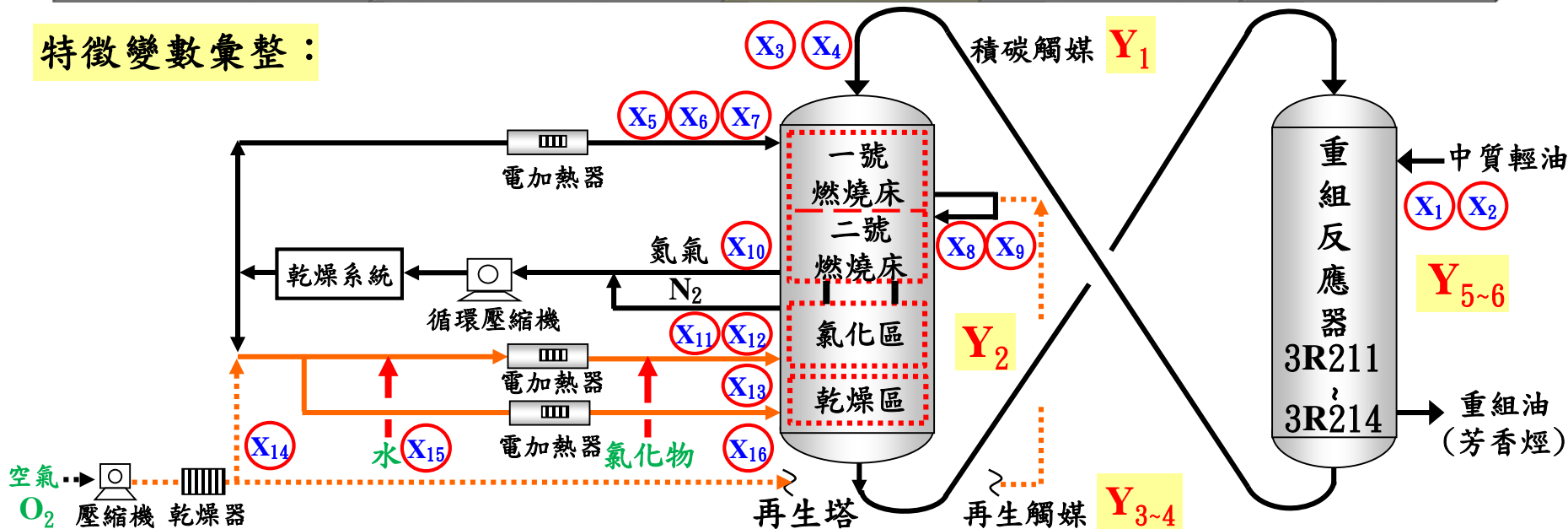
從88個錶點中挑選出與芳香烴產率相關的錶點，以利後續模組開發，透過統計分析方法與製程專業知識(Domain knowledge)篩選再取聯集後，共篩選出16個特徵變數(X)進行模組開發。



案例：ARO3廠重組觸媒再生優化模組

定義問題與目標 資料盤點及清理 探索分析 模組開發 線上應用

特徵變數彙整：



特徵變數(X)：16個錶點

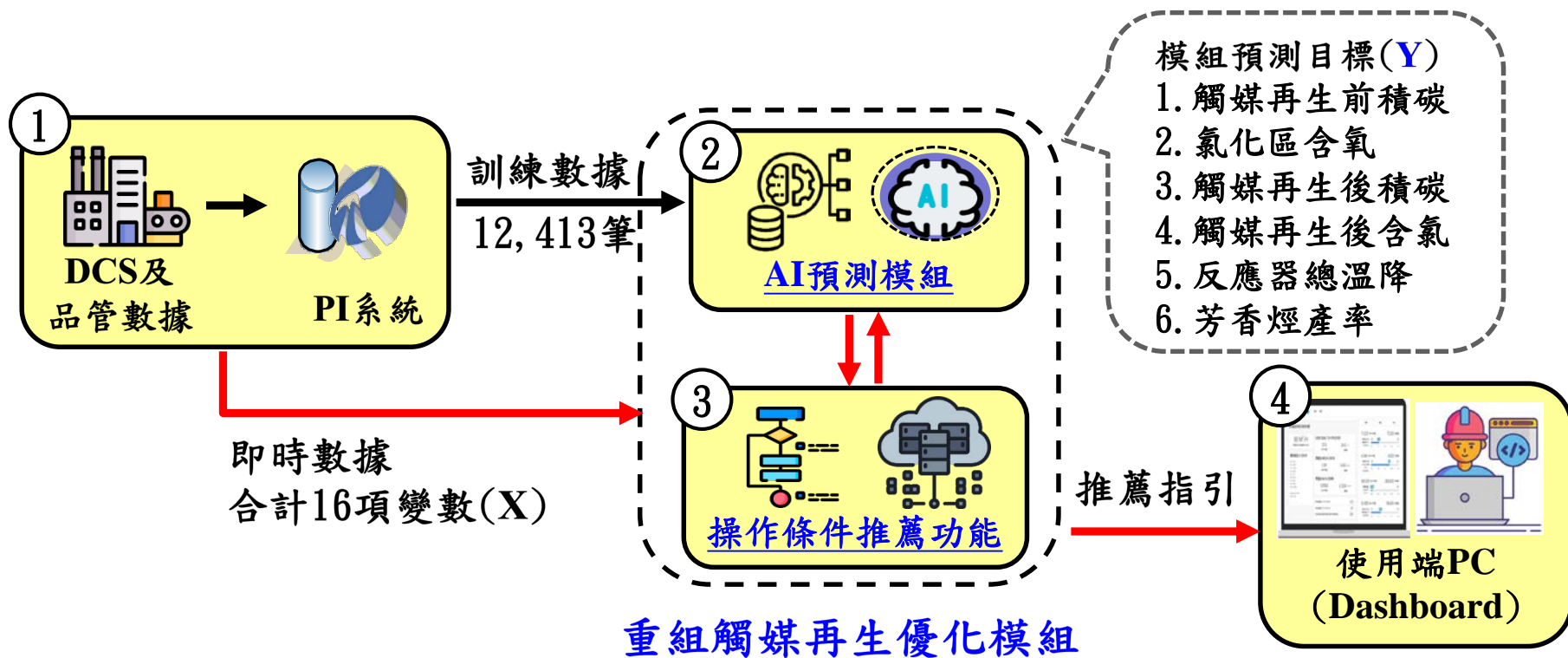
預測目標(Y)：6個

操作參數	代號	數量	特徵變數名稱	代號	參數名稱
重組入料條件	X _{1~2}	2個	X ₁ ：進料C10 ⁺ 含量、X ₂ ：反應器平均入口溫度	Y _{1~6}	Y ₁ ：觸媒再生前積碳、 Y ₂ ：氯化區含氧、 Y ₃ ：觸媒再生後積碳、 Y ₄ ：觸媒再生後含氣、 Y ₅ ：反應器總溫降、 Y ₆ ：芳香烴產率
再生入料條件	X _{3~4}	2個	X ₃ ：觸媒處理量、X ₄ ：再生前觸媒含氣		
燃燒床 操作條件	X _{5~10}	6個	X ₅ ：一床入口溫度、X ₆ ：一床入口含氧、 X ₇ ：一床氣體流量、X ₈ ：二床入口溫度、 X ₉ ：二床氣體補充量、X ₁₀ ：二床出口含氣		
氯化/乾燥區 操作條件	X _{11~16}	6個	X ₁₁ ：氯化區注入風量、X ₁₂ ：氯化區入口溫度、 X ₁₃ ：乾燥區注入風量、X ₁₄ ：補充氣體流量 X ₁₅ ：注水量、X ₁₆ ：注氣量		

案例：ARO3廠重組觸媒再生優化模組

定義問題與目標 資料盤點及清理 探索分析 **模組開發** 線上應用

1. 將篩選出來的12,413筆資料選取80%作為訓練數據，20%作為驗證數據進行準確度驗證。
2. 採用**類別提升(Catboost)**演算法建置AI預測模型，開發16個特徵變數(X)以及預測6個目標函數(Y)。
3. 將即時操作數據丟入訓練模中，選取符合驗收指標的操作參數。
4. 最後演算出觸媒再生優化主要9個控制參數，進行**推薦指引**。



案例：ARO3廠重組觸媒再生優化模組

定義問題與目標 → 資料盤點及清理 → 探索分析 → 模組開發 → 線上應用

線上應用--操作條件建議功能：

1. AI預測模組根據入料條件，在控制變數的操作範圍內，排列出864個組合進行最佳目標預測(Y)。
2. 經由推薦功能篩選，找到芳香烴產率(Y)最高的組合條件，呈現於介面(Dashboard)作為推薦值，指引製程人員進行調整。

操作條件(代入最新即時數據)：

氯化區入口溫度
一床氣體流量
二床入口溫度
二床氣體補充量
補充氣體流量
再生前觸媒含氯
反應器入口平均溫度

控制變數:9個
(操作範圍內的間隔值)

AI預測模組
(類別提升Catboost)

預測目標條件限制

觸媒再生前積碳 < 5.8%
觸媒再生後積碳 < 0.1%
觸媒再生後含氯 1~1.1%
氯化區含氧 > 4%

優化目標：
芳香烴產率Maximum

主控制變數推薦(9個)：

- ① 觸媒處理量
- ② 進料C10⁺含量
- ③ 一床入口溫度
- ④ 一床入口含氧
- ⑤ 注氯量
- ⑥ 注水量
- ⑦ 二床入口含氧
- ⑧ 氯化區注入風量
- ⑨ 乾燥區注入風量

案例：ARO3廠重組觸媒再生優化模組

定義問題與目標 → 資料盤點及清理 → 探索分析 → 模組開發 → 線上應用

ARO3廠重組觸媒再生優化模組已於2022年5月完成上線應用，如下圖：

- ① 顯示模組預測準確度 ③ 顯示控制變數的實際值與推薦值 ⑤ 顯示實際值及優化目標趨勢圖

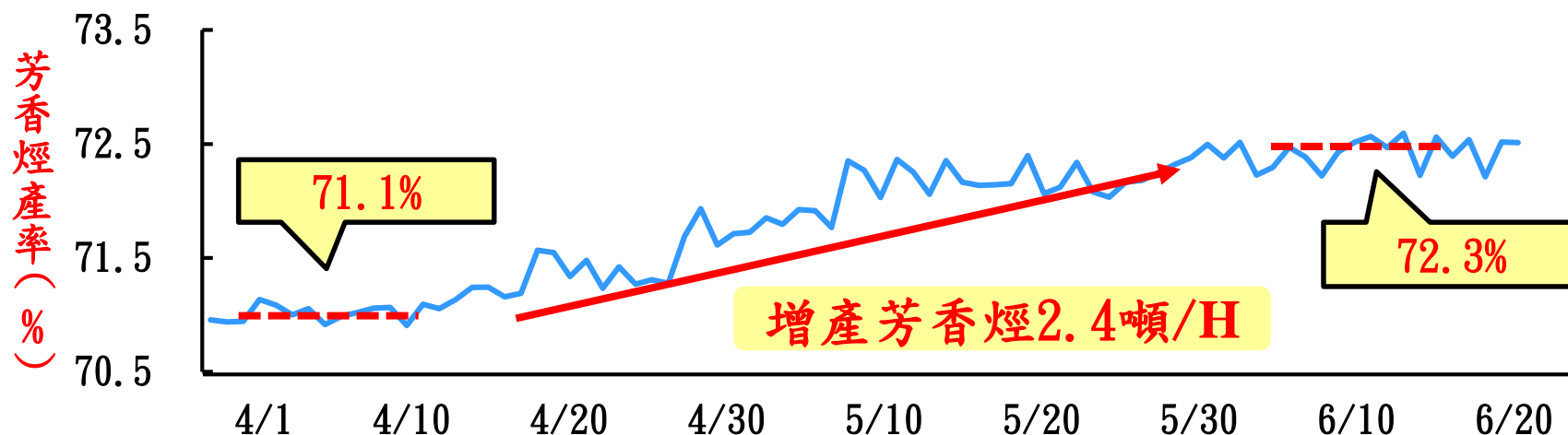


- ② 顯示入料條件 ④ 顯示現況值及優化目標值

案例：ARO3廠重組觸媒再生優化模組

經由模組自動推薦最佳化操作條件，於4月開始調整，主要提升觸媒處理量、調降二床出口含氧與氯化區/乾燥區注入風量，令氯化區氧氣濃度提升至4.5%以上，優化觸媒金屬基功能；次要調整注氯量及注水量，優化觸媒酸性基功能。

驗證測試	操作參數									目標結果
	觸媒處理量 (kg/hr)	進料C10 ⁺ 含量 (wt%)	一床入口溫度 (°C)	一床入口含氧 (vol%)	注氯量 (kg/hr)	注水量 (kg/hr)	二床出口含氧 (vol%)	氯化區 注入風量 (NM ³ /H)	乾燥區 注入風量 (NM ³ /H)	
調整前	1,350	4.62	460.0	0.80	2.2	2.8	0.44	1,480	1,400	71.1
調整後	1,496	4.58	460.0	0.80	2.6	3.5	0.35	1,250	1,256	72.3



由模組推薦的最佳操作建議調整後，產率由原本的71.1%提升至72.3%，增加芳香烴產出2.4噸/H，年效益89,168千元。

報告完畢

恭請指導