

Intelligent maintenance factory

The robot automatically designs the equipment abnormal, according to the equipment, the equipment, automatically correct to the warehouse to receive the equipment maintenance maintenance,



AIoT 技術驅動 設備維運暨維修安全管理

報告人: 鄭琦聰

2026 年 4 月



報告項目 Contents

一、 基於智能化轉型之設備保養策略轉變

二、 智能化保養工廠建構

三、 智能化設備維運實例應用介紹

四、 智能化維修安全管理實例應用介紹

五、 結語



產業經營變革面臨設備維運的挑戰

預防巡檢作業

96%點檢標準屬於定性檢查標準，依靠**五感點檢**的穩定性不高。

90%異常發生，可歸屬預防巡檢不周。

50%點檢員每月沒有發現任何異常。

30%重複性設備故障與日常點檢，找不到關聯性。

無法即早發現異常

定期保養作業

95%設備**定期保養週期**，**逾五年未調整**，這還是最佳保養週期嗎？

43%定期更換部件更換，採定期更換，**無客觀評量標準**。

40%關鍵設備逢停必修，無法凸顯預保/定保效果。

定保成效難驗證

保養人力資源運用

90%保養工作高度依賴外包。

80%人力資源投資於預保、定保、搶修、外包管理，**工作繁雜負荷大**，難以整合效率。

60%保養主管皆聚焦現場異常處理，**無力整合與規劃**提升整體保養效能。

資源運用難極大化

維修安全管理

80%關鍵維修工作，需高度多重確認與查核，**不知如何提升工作效率與安全**？

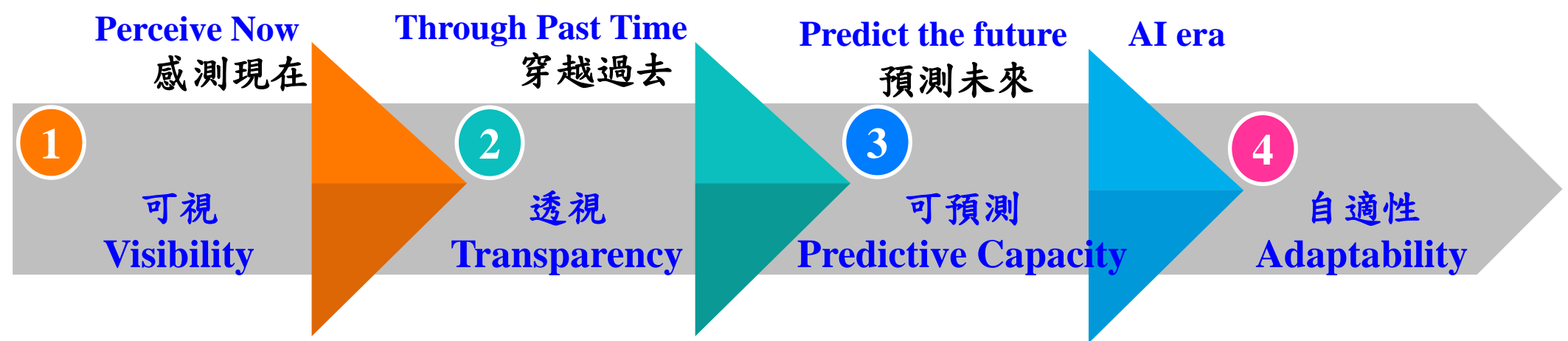
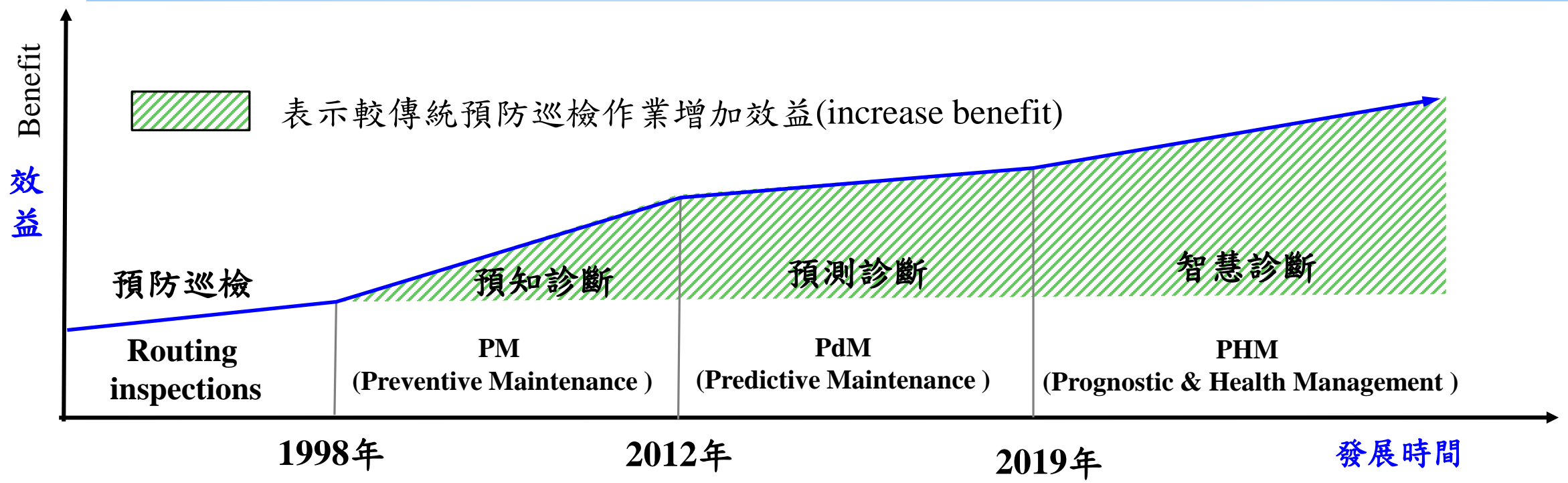
70%現場面臨問題，**如何第一時間排除**？

60%監工同時負責多處施工場域，**施工安全與品質難以掌握**。

潛在安全仍須面對

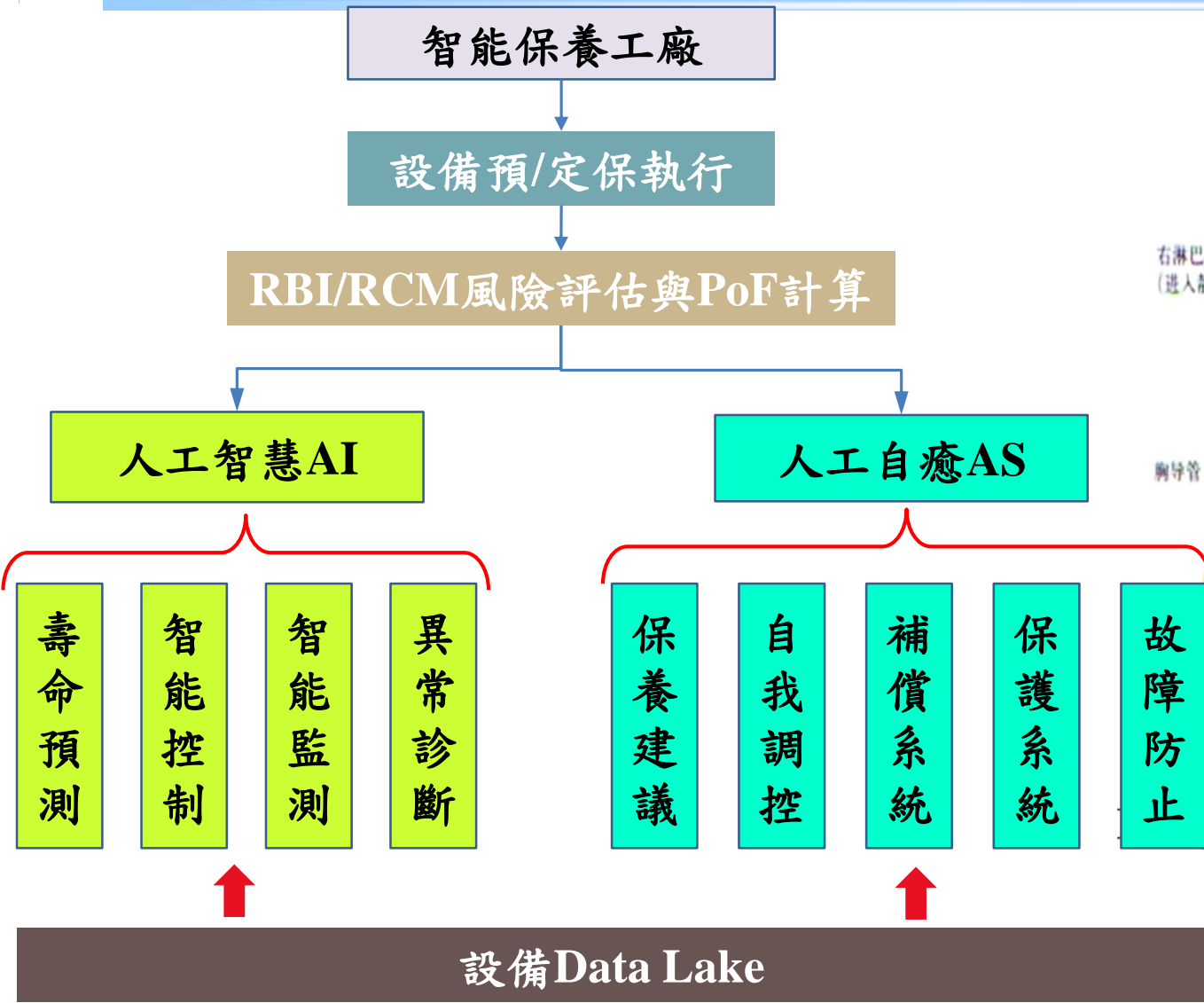


因應產業變革之設備保養策略發展

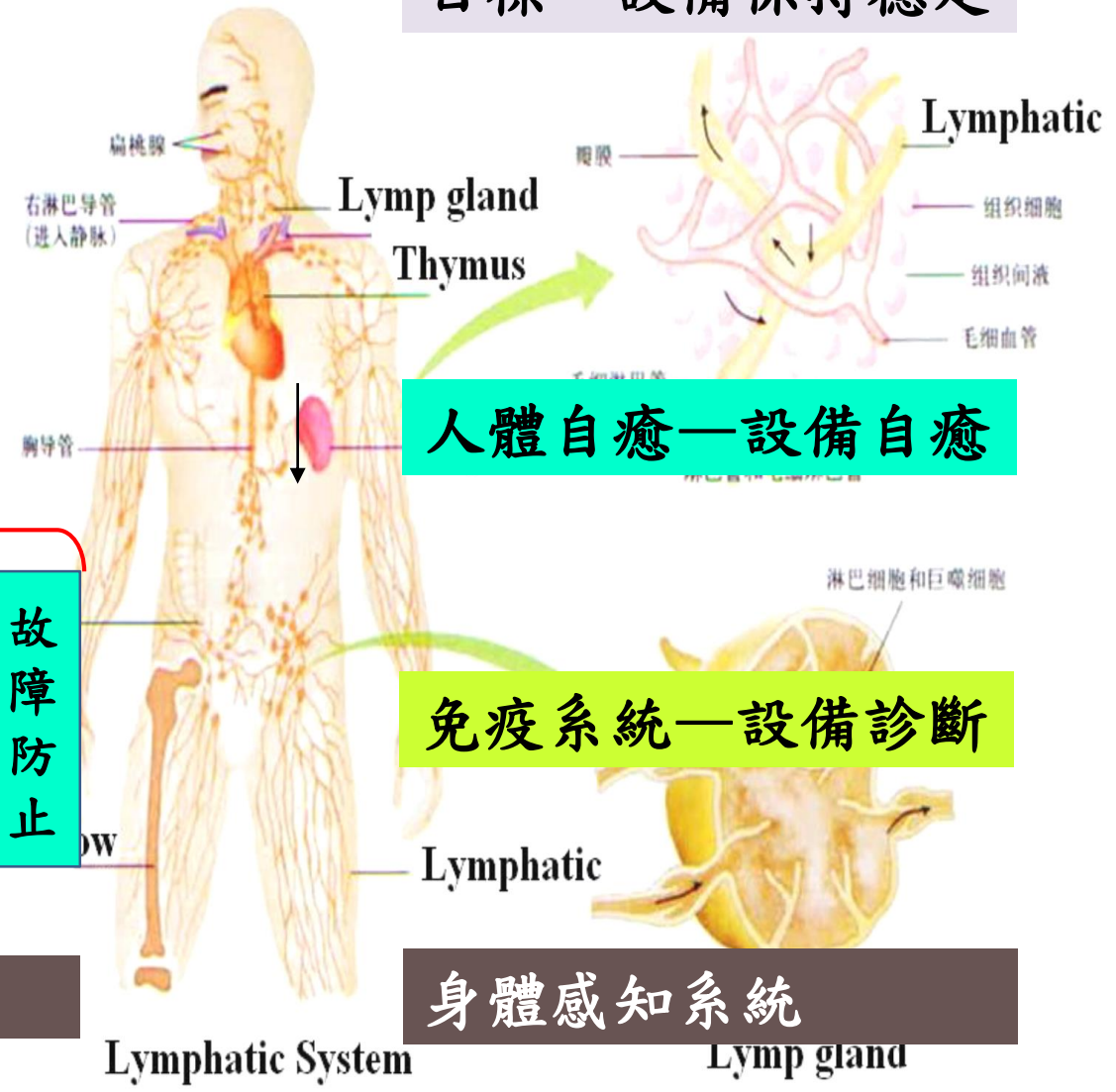




實現智能化保養工廠-自適性智慧診斷技術應用



目標—設備保持穩定



人體自癒—設備自癒

免疫系統—設備診斷

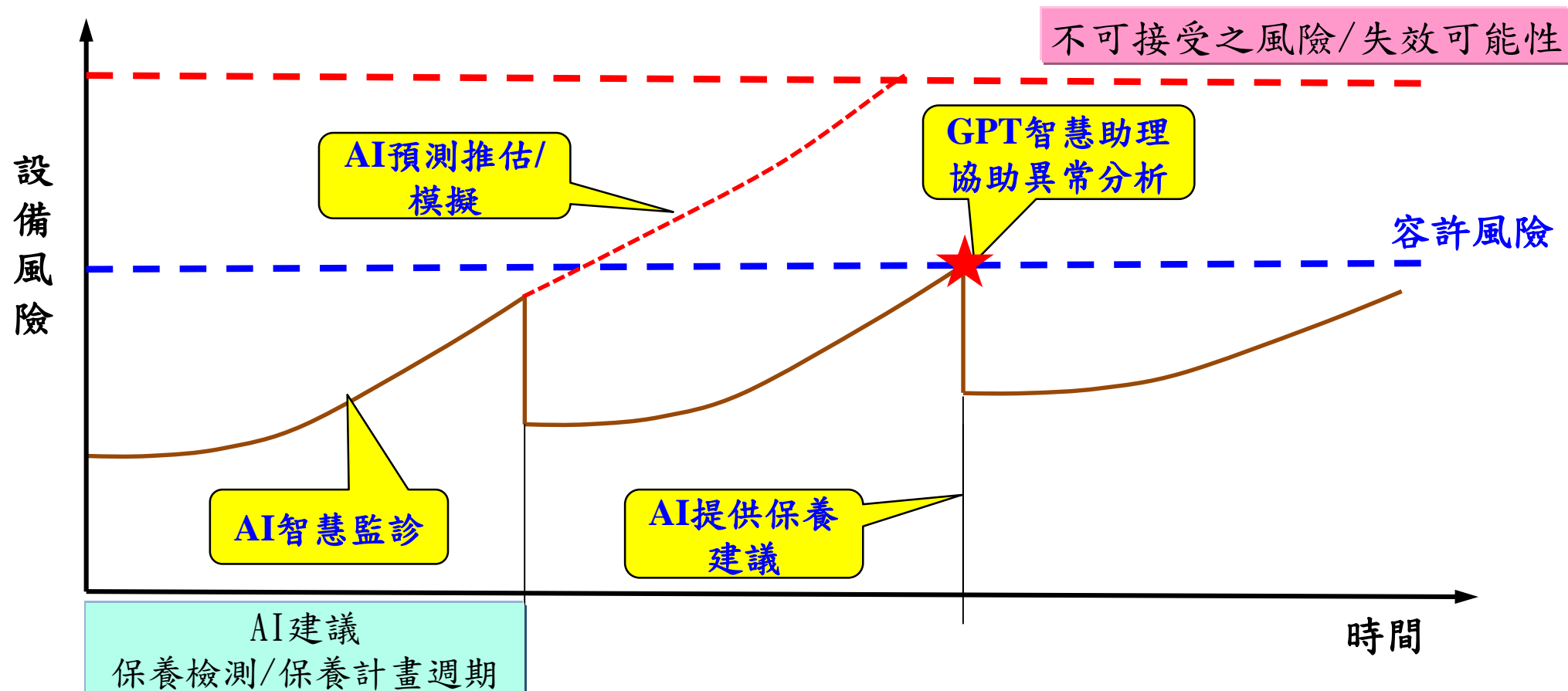
身體感知系統

備註:人工自癒系統(Artificial Self-recovery System)



AI技術與RBI/RCM融合應用

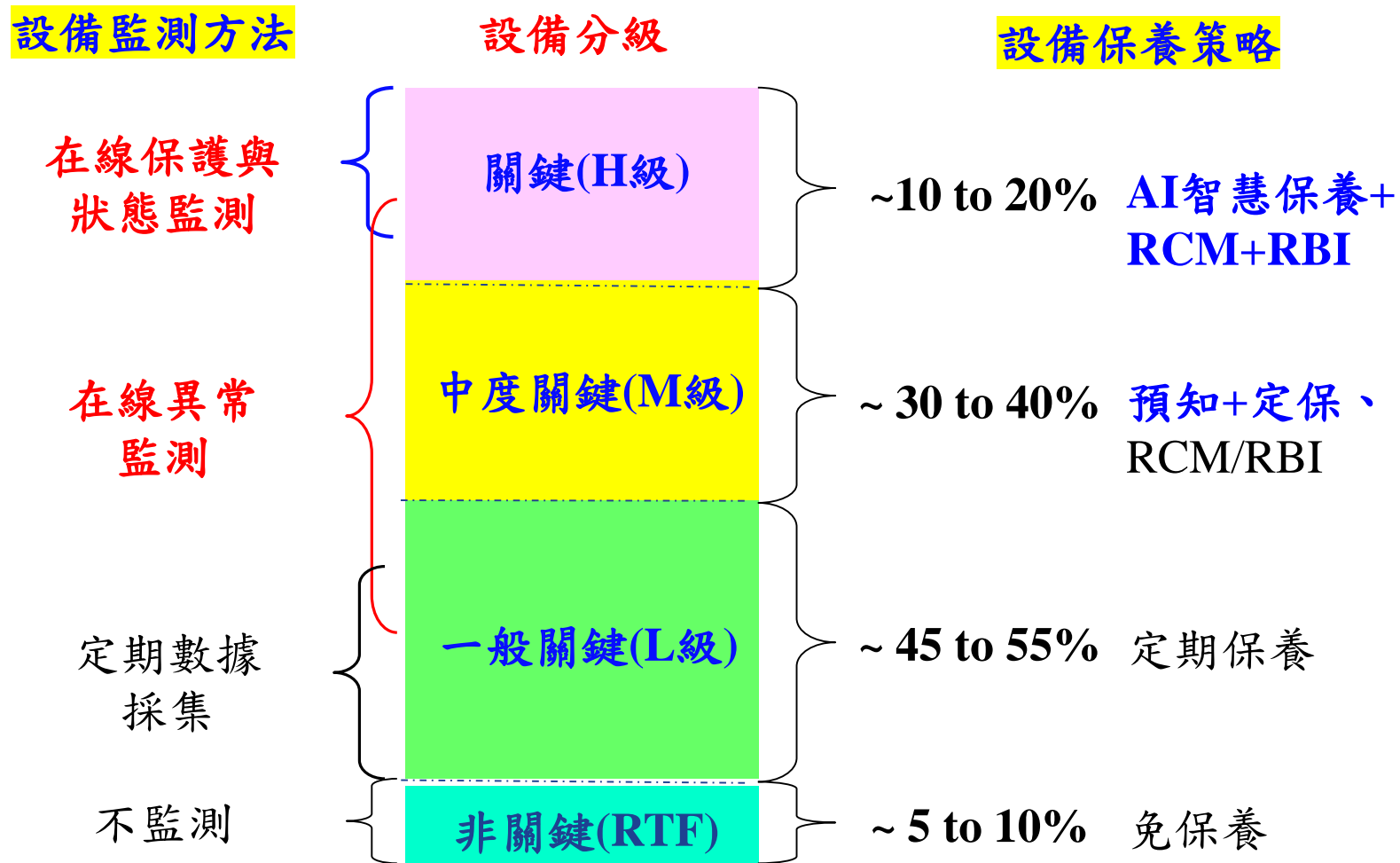
- 設備完整性變革(Equipment Integrity Transformation) 是針對**設備保養管理策略和維護技術**的重大改變，以**提升設備效能、降低風險、延長壽命**，並符合相關法規和安全標準。
- 導入新的技術、流程、或管理系統，以達到更有效率的設備管理，**AI轉型是顛覆傳統保養思維框架**，讓設備保養維護讓數據說話，而非全憑經驗保養之模式。





設備保養管理策略擬定原則

基於成本效益依據設備分級管理之下，整合既有監測設備及AI技術應用；發展最合適設備保養策略，以提升設備完整性及製程安全。





設備維護技術—智能化技術應用於RBI/RCM作業

| 智能化技術(AI/AS 功能) | 協助RBI的角色 | 協助RCM的角色 |
|----------------------------------|-------------------------|------------------------------|
| 時序異常偵測 ，輸出異常事件與警示。 | 由偵測高風險組件異常信號，觸發即時風險重評估。 | 輔助故障模式識別與巡檢優先順序。 |
| RUL預測 ，預估失效時間、可信區間。 | 根據剩餘壽命調整檢驗週期與檢查重點。 | 決定何時執行預防性更換或條件式維修。 |
| GPT智能助理 ，資料輔助分析與技術查詢。 | 自動萃取檢驗報告關鍵風險訊息以更新風險矩陣。 | 自動分類維修記錄以更新故障模式資料庫，擬定最佳改善對策。 |
| 影像辨識 ，缺陷類型與嚴重度分析比較。 | 自動化非侵入式檢測結果輸入，支持風險評估。 | 視覺辨識設備故障，提供快速異常分類與鑑別。 |
| Digital Twin ，風險/可用性模擬結果。 | 模擬不同檢驗頻率下的風險趨勢 | 模擬保養策略對可靠度的影響 |

備註:

RBI(*Risk Based Inspection*)、RCM(*Reliability Centered Maintenance*)

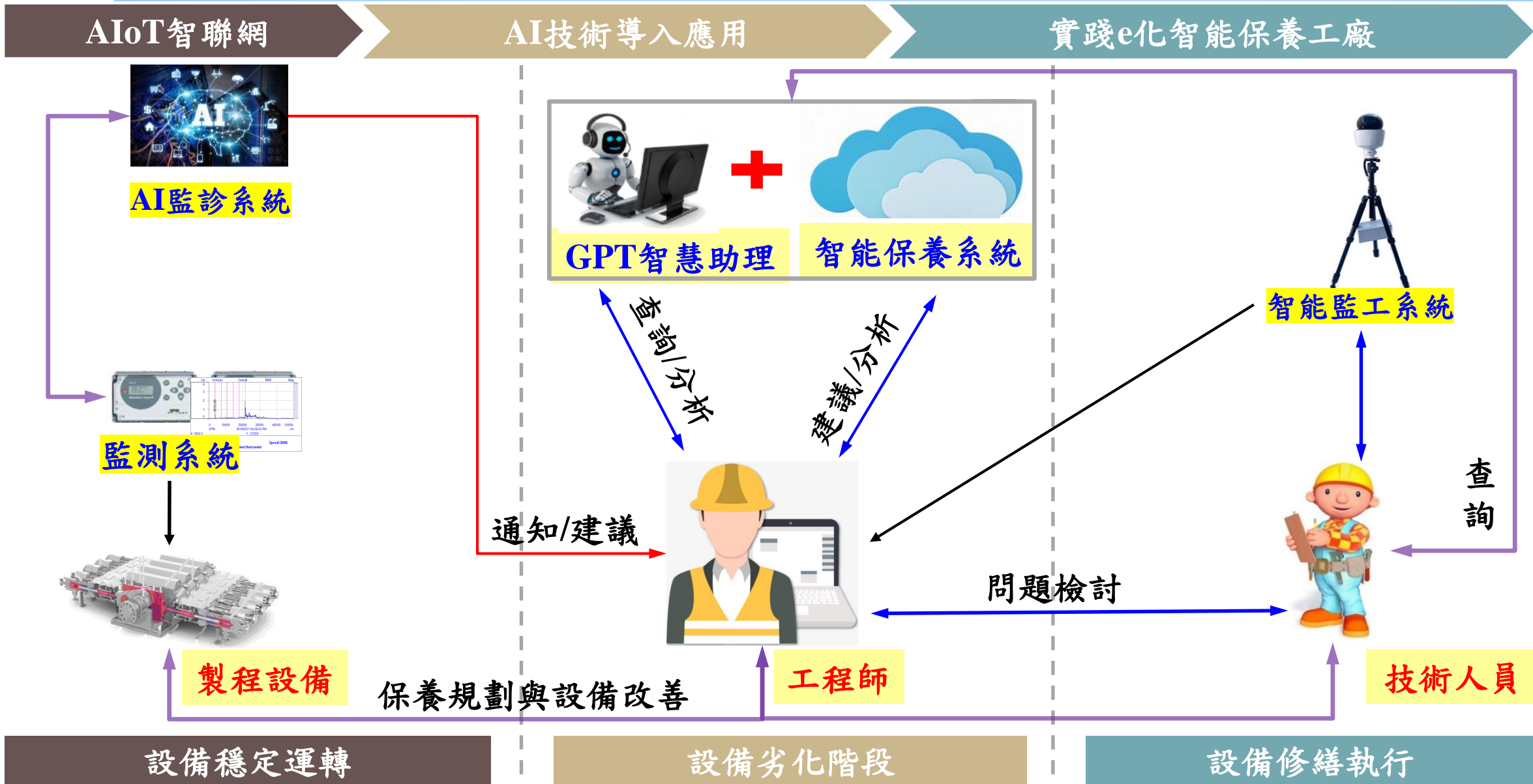


二、智能化保養工廠建立



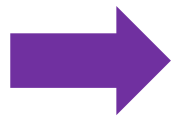
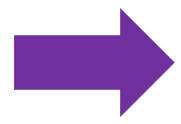


e化智能保養工廠架構與具體應用



數位轉型之智能工廠實踐步驟

轉型前提



實踐步驟

數據處理與探勘



AI工具與應用



轉型前提步驟1-機聯網與物聯網

監測系統投資，是「數位資產」還是「昂貴數據孤島」？

數

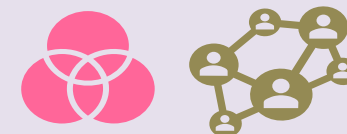
數據整合搶先機：整合既有儀控設備、監控系統，讓製程設備所有資訊統一在一個平台呈現，龐大的數據資料不遺漏。



無數據孤島

據

「讓數據從工廠的”設備層”一路暢通到企業的”管理層”」，建構完整管理報表中心。



數據無縫接軌

轉

老舊設備**轉**換新活力，讓數位驅動模式推動設備升級，結合發展成為「人工智能聯網」（AIoT），就像具有感官的大腦讓設備發揮極大化效益。



老舊設備升級

型

轉型設備維護模式：簡化嵌入式系統到應用廣泛的資料分析，進行高完整資料擷取及分析驗證，以實現數位化及智慧化保養工廠。



優化設備維護

智能工廠**建構要素之智聯網**-發展面臨挑戰

1. **複雜整合資訊技術**：現場數百種設備、PLC、儀表等資料通訊協定不一無法進行整合，若想整合資料系統皆需不同專業廠商配合，**面臨高度技術整合技術挑戰**。
2. **大規模性導入面臨問題**：在無標準作業模組介面之下，工作負擔非常龐大，系統完整性會隨時間衰減導致無法持續有效運作。
3. **技術缺乏自主性**：皆須仰賴廠商進行系統彙整。
 - **尋求更好系統整合工具**：洽詢業界既有成熟多通訊協定技術，思考是否可**直接讀取不同系統資料**(例直接讀取多廠牌PLC資料，免除安裝資料收集器)。
 - **激起創新與技術融合**：活化數據運用與管理，**自主開發相關系統**，達到技術自主性。

轉型前提步驟1-機聯網與物聯網





轉型前提步驟1-機聯網與物聯網

感知

認知

診斷與預測

決策與服務

L1 感測器

L2 監控管理M2M

L3 OT/IT/AI

L4 數據創新運用



無線收集器



有線收集器



PLC收集器

運用開放標準打通 IoT



監控系統(SYSTEM、SKF...)



資料庫



AI運算與分析

數據共同共享



防火牆

PaaS/SaaS服務

智能診斷平台



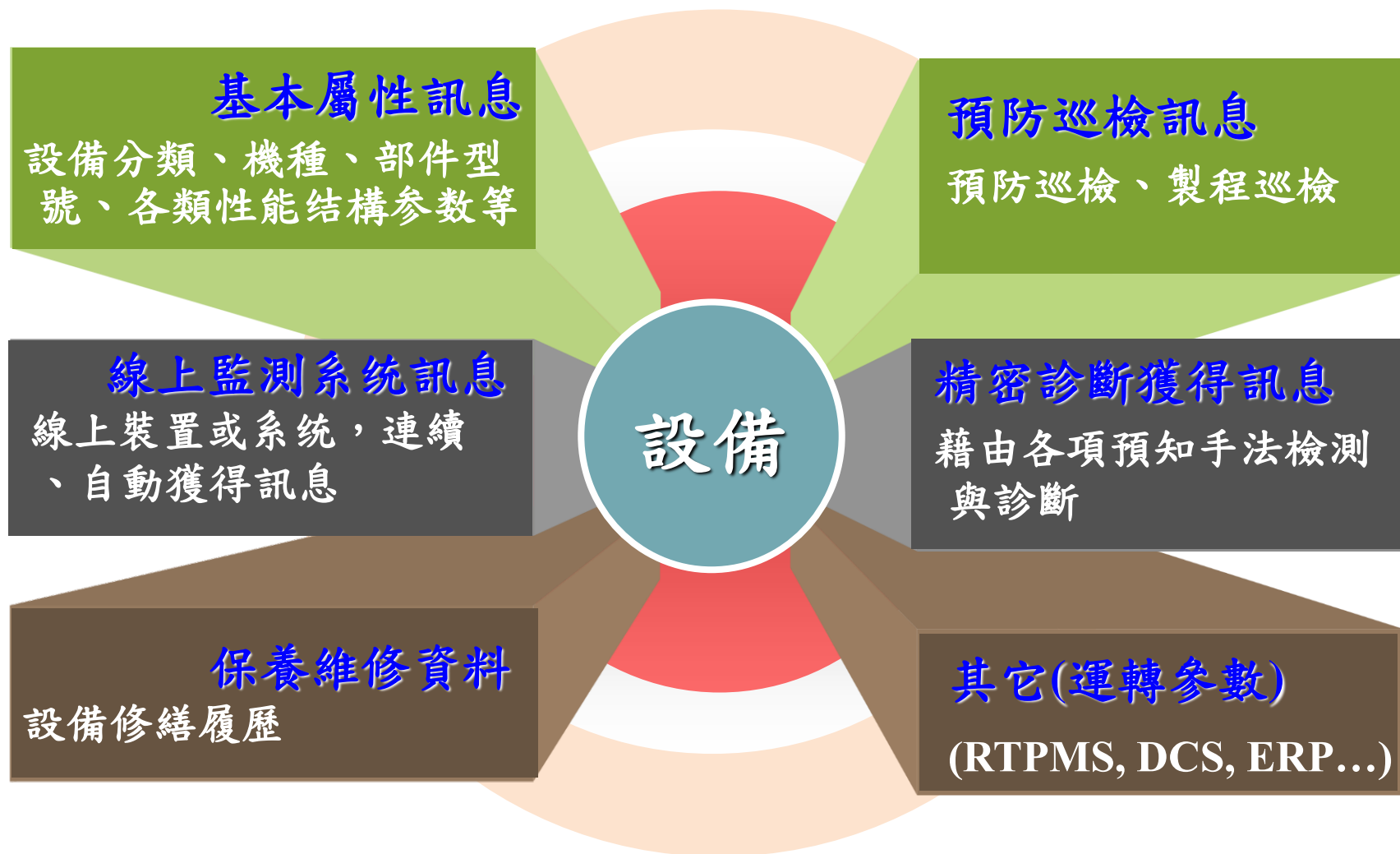
使用端

實現數位轉型



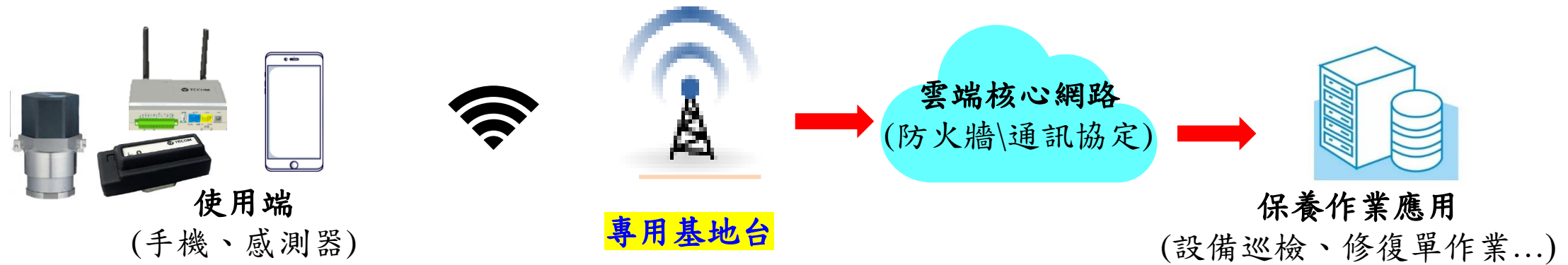
轉型前提步驟1-機聯網與物聯網

整合設備感知資訊:AI技術分析之數據資料來源



轉型前提步驟2-資料庫連接與普及應用

- 企業專網(Campus Network，或稱為非公共網路 Non-public Network，簡稱 NPN)藉由4G訊號限定於企業區域網路內傳輸運作，使用者無須設定VPN連線(外網連接企網做法)、或因WIFI傳輸距離限定連線範圍等作業限制。
- 企業專網可應用於IoT物聯網監視設備狀態，或應用於手持裝置資訊傳輸，構築一套快速的神經傳導與反應系統，協助保養作業數位轉型 (Digital Transformation)，以提升保養作業效率。
- 4G企業專網系統架構說明。
 - (1)透過部署專用基地台(或既有基地台進行參數設定)及雲端核心網路(專用通訊協定網路)，進行訊號傳送至企業端網路，距離與範圍較不受限。
 - (2)採獨立SIM卡及專屬網路，安全性等級為無線傳輸方式中最高。



➤ 4G企業專網合約，其特性說明如下：

(1) 訊號穩定

電信商提升訊號涵蓋率及足夠頻寬。

(2) 費用低廉

合約簽訂**3 GB流量每月18元**，**不限流量每月230元**。

(3) 通訊安全

資訊部與電信公司之間傳輸建有**次世代防火牆**，並管制連線作業主機需建檔。



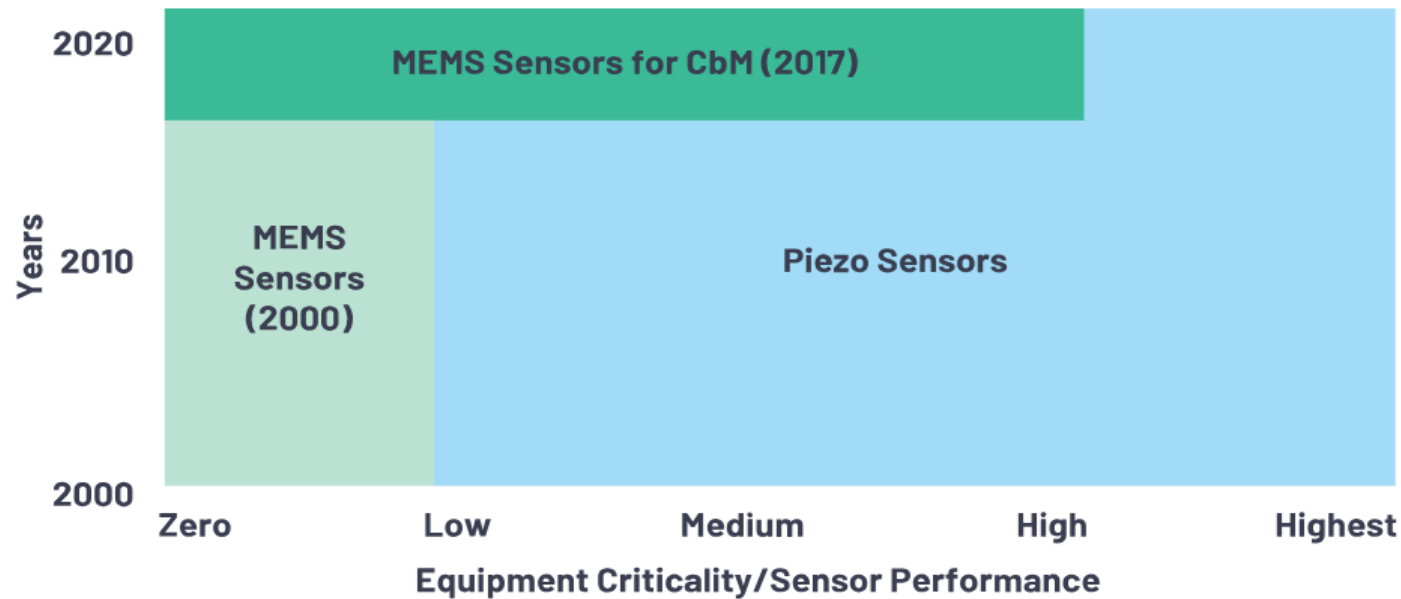
轉機監視系統



轉型前提步驟2-資料庫連接與普及應用

無線傳輸智能振動感測器

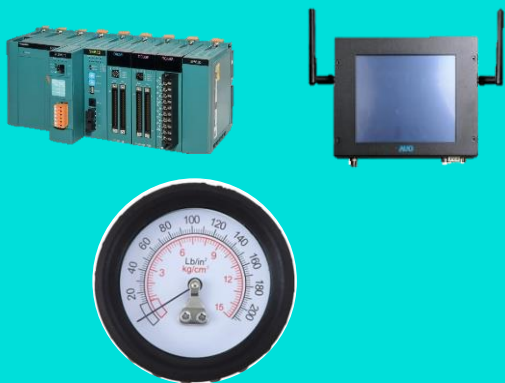
| | Wifi | Bluetooth | ZigBee | LoRa |
|--------|----------|-----------|---------------------------|-------------|
| 頻帶 | 2.4G、5G | 2.4G | 2.4GHz, 800MHz and 900MHz | 923Mhz |
| 理論傳輸距離 | 100-200m | 300m | 50-300m | 15km |
| 功耗 | High | High | Medium | Low |



AUG多通訊協定轉換閘

- 讓轉換多種通訊協定一套軟體就搞定 - Automatic Universal Gateway AUG 解決現場不同設備資訊整合，整合作業標準化。
- AUG 提供集中式的資料存取、彙整、最佳化、連接性和通訊診斷等技術存取各種應用系統、裝置和感應器。使用者可經由直覺式的操作介面來管理、連接、監視各種自動化設備及應用軟體系統。利用 OPC 通訊協定和業界常用的 IT 給通訊協定來提供單一通訊協定的資料系統。

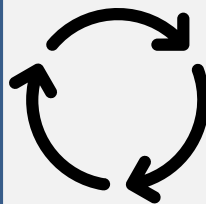
PLC、設備、儀錶



AUG伺服器

IO Adapter

- Modbus TCP
- PLC Driver
- Database Client



Data Server

- OPC DA/DU
- DDE Server
- RTD Server
- Database Proxy

SCADA系統、全時錄波器、資料庫



轉型前提步驟2-資料庫連接與普及應用

Historian為工業用資料庫軟體，設計使用極高的資料擷取速率收集多種多樣的控制系統資料，並長期的存取這些資料，同時進行傳送，進而實現報告、分析和視覺化功能。

數據擷取功能(AUG Automation Universal Gateway)

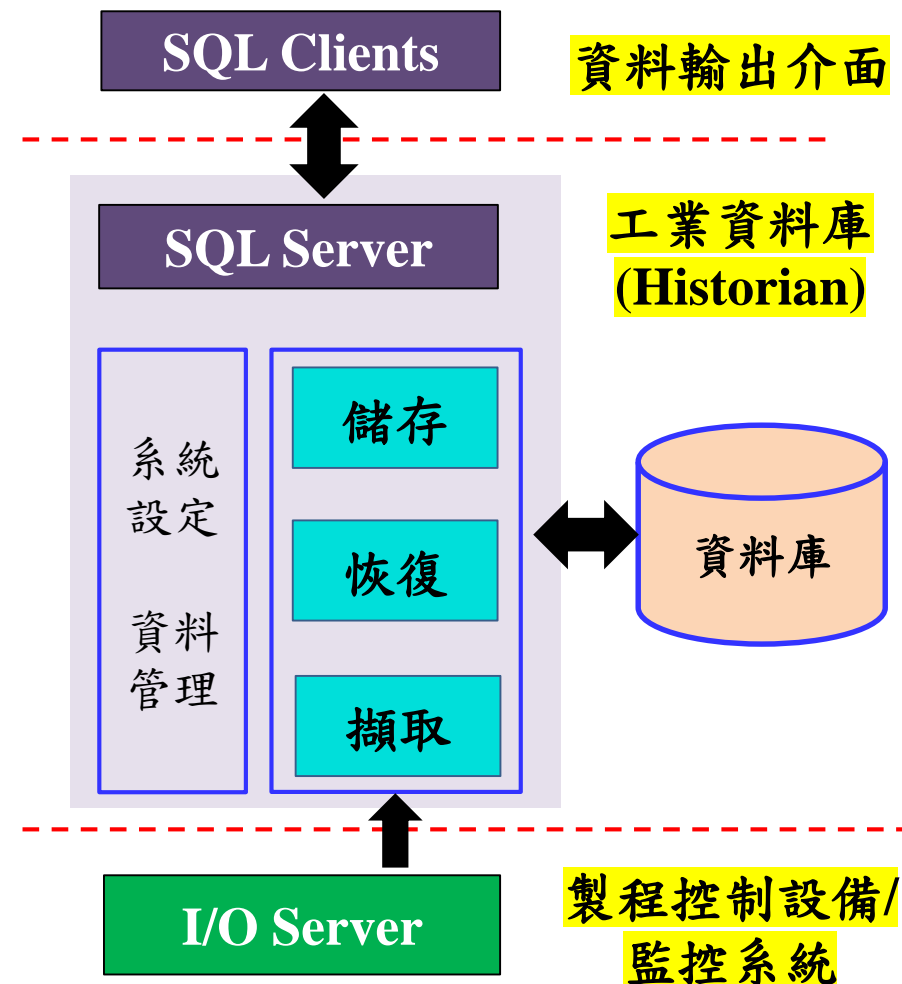
- 可支援高速儲存，擷取功能最快為30,000筆 (updates/sec)
- 多重數據採集系統，可支援遠端和本地部署
- 可支援 1000種以上 I/O Server，例如：PLC、DCS、RTU 等設備及 OPC、Suitelink、DDE 等通訊方式。

資料儲存及壓縮功能

- 資料庫軟體可提供極佳資料壓縮率98%，將儲存檔案縮小50倍壓縮比例，減少硬碟儲放空間。

SQL Server最佳化整合

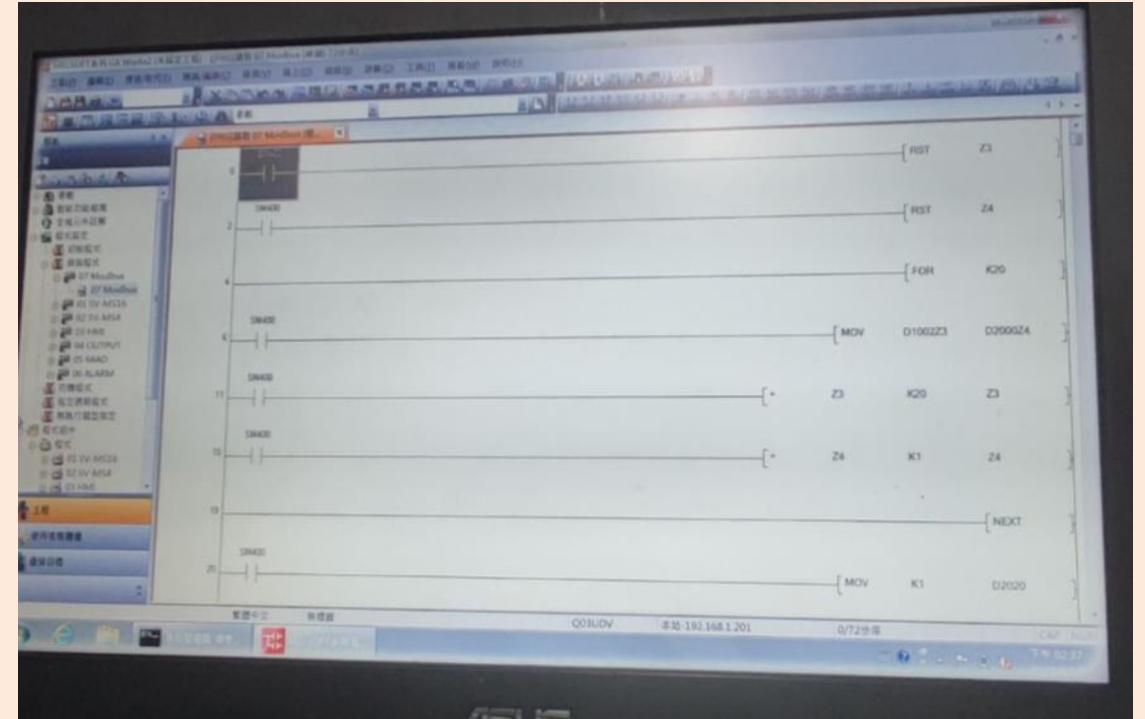
- 與 SQL Server 整合可建立查詢更快和更有效地與新的先進的數據檢索模式。





轉型前提步驟2-資料庫連接與普及應用

藉由軟體AUG資料介面連接設備資訊，免除增設資料收集器。



資料on-Line蒐集資訊，免除現場連接筆電查詢設備資訊。

無線振動感測器應用

- 感官式設備預防巡檢，無法確實得知設備狀態，其效果低下，應轉念改變工作精細化。
- 可量測三軸振動、頻譜、溫度等參數，性價比最高之儀器。
- 巡檢資料可後傳監測平台，中心雲端可運用相關數據進行設備管理。

設備巡檢場景

不易巡檢巡檢應用

例行性巡檢應用

一般感測器(約1萬元)固定於設備上



人工定時
收集數據

採用APP免再增購
專有振動分析主機。



藍芽傳輸



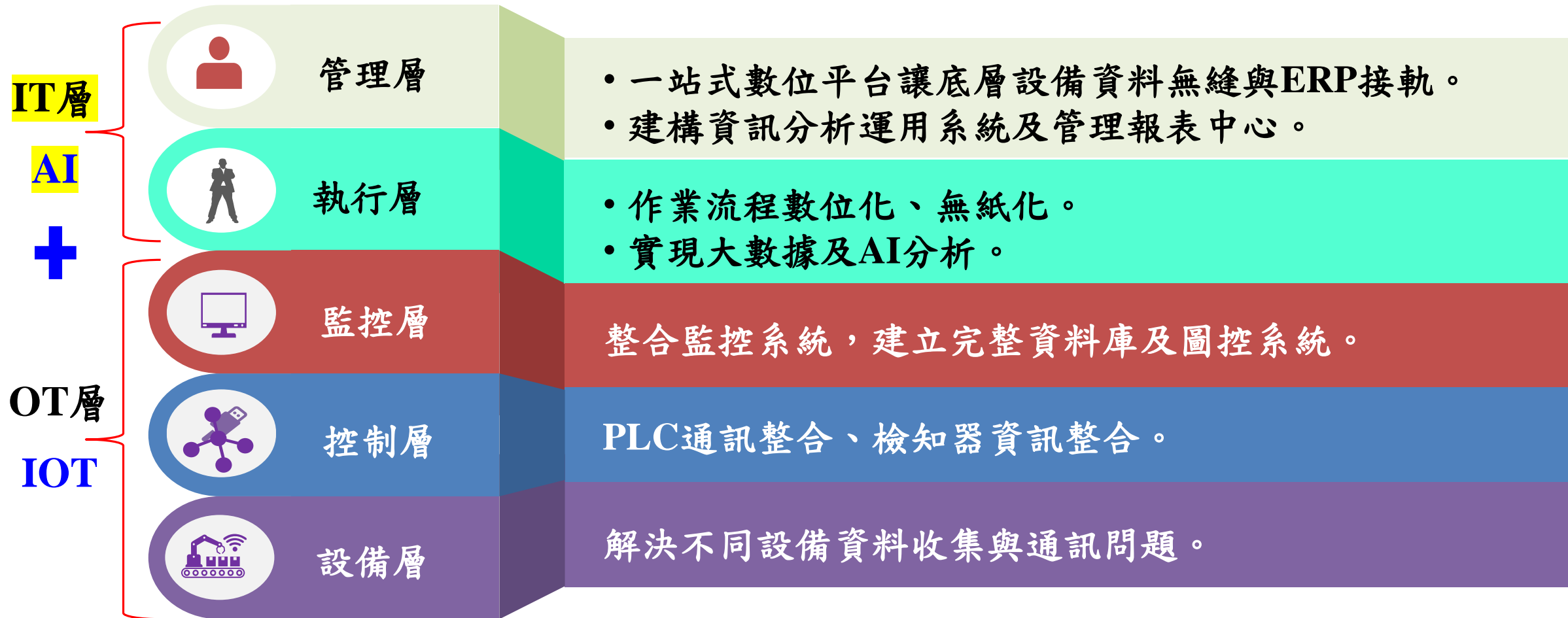
專屬磁吸式智感儀

東訊新開發攜帶式振動感測儀(約3萬元)



轉型前提步驟3-數據共通共享

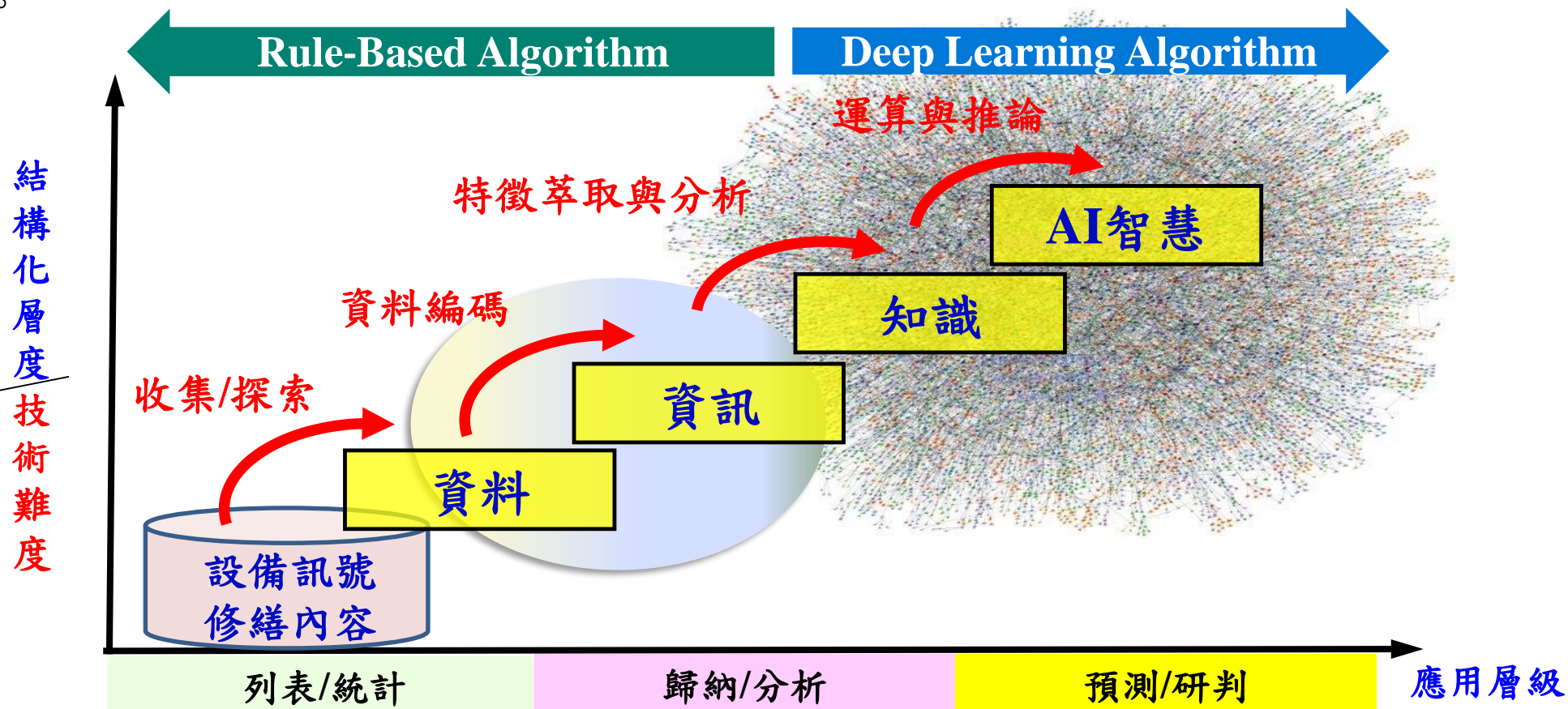
數據共通共享平台(IT+AI):**AIoT**是指將人工智慧技術結合物聯網裝置，使裝置能夠不僅收集和共用資料，還能分析資料、從中學習、做出決策並採取行動，而無需人工干預，**建構垂直化保養雲讓製程廠大多數設備可以活化起來。**





實踐步驟1-數據處理與探勘

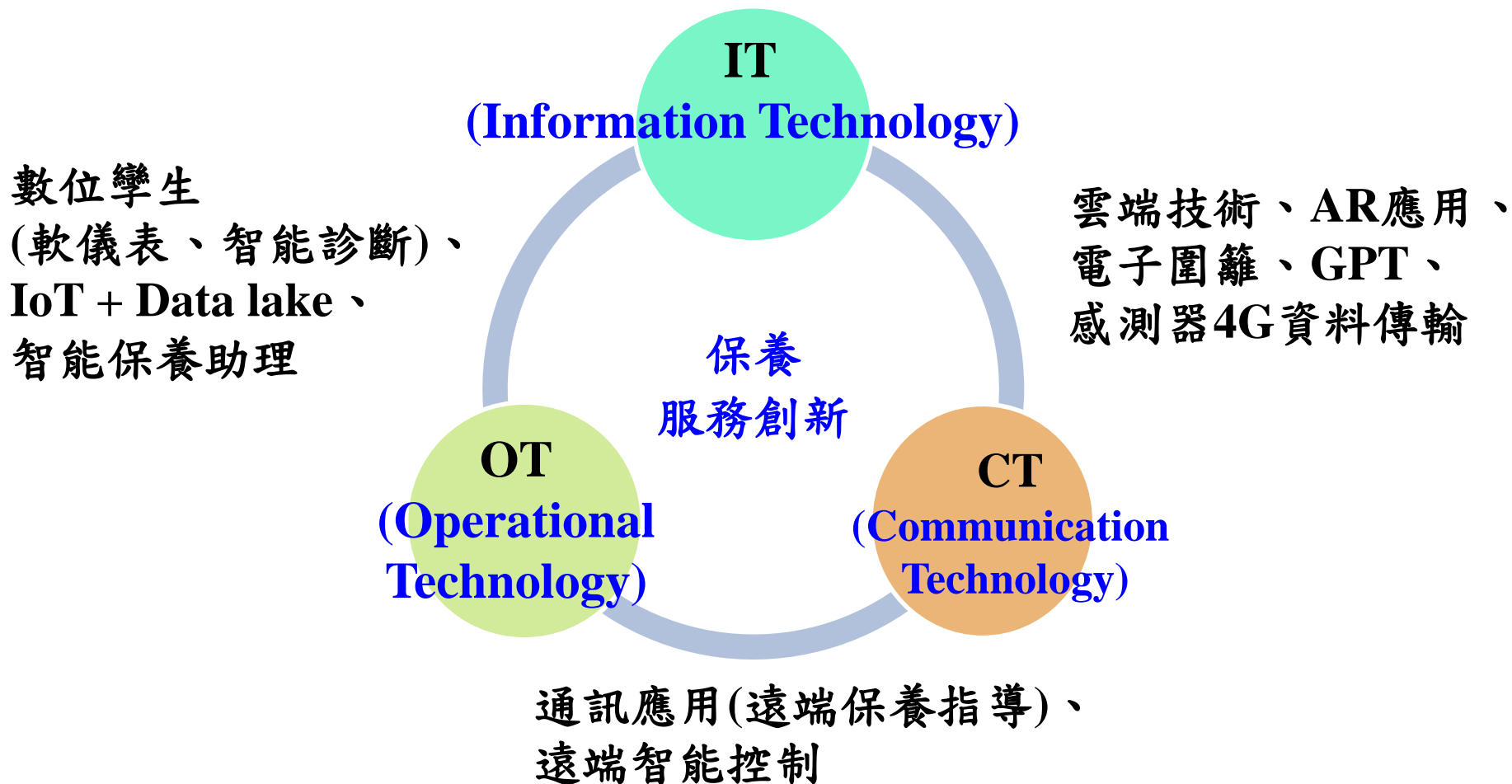
- 企業過去20年累積大量資料與老師傅經驗，AI如何讓這些歷史資料產生新的價值並強化接班傳承與企業下一階段競爭力？
- 電腦分析而言它無法判讀非結構化資料，這類「看不見」的資料高達80%，因此對我們來說等於沒有用。應用深度學習運算或GPT，技術協助改變我們對於這類資訊的取用與理解。





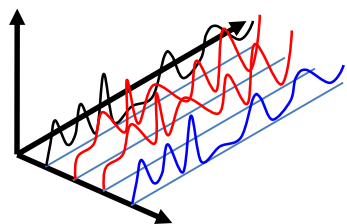
實踐步驟1-數據處理與探勘

數據處理與探勘以深度結合IT（Information Technology資訊技術）、CT（Communication Technology通訊技術）、OT（Operational Technology操作技術）等新興技術，形成數位優化的完整流程。



AI模型

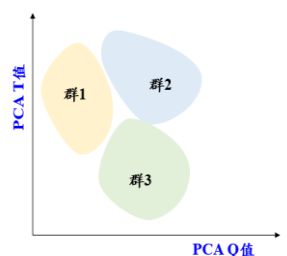
專家系統



規則編輯器、告警閾值、輔助決策等。

依規則與經驗，進行設備異常告警。

診斷模型



聚類、分類、深度學習、知識圖譜等。

依數據特徵進行ML，進行設備診斷。

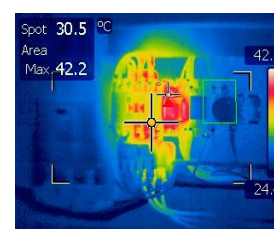
預測模型



軟儀表、迴歸分析、推論分析等。

數據推論/迴歸分析達到預測設備壽命。

影像辨識模型



影像辨識、AR/VR/MR技術、深度學習等。

辨識影像特徵診斷設備異常。

生成式AI模型



ChatGPT技術、大型語言模型等。

實現對話式助理功能。

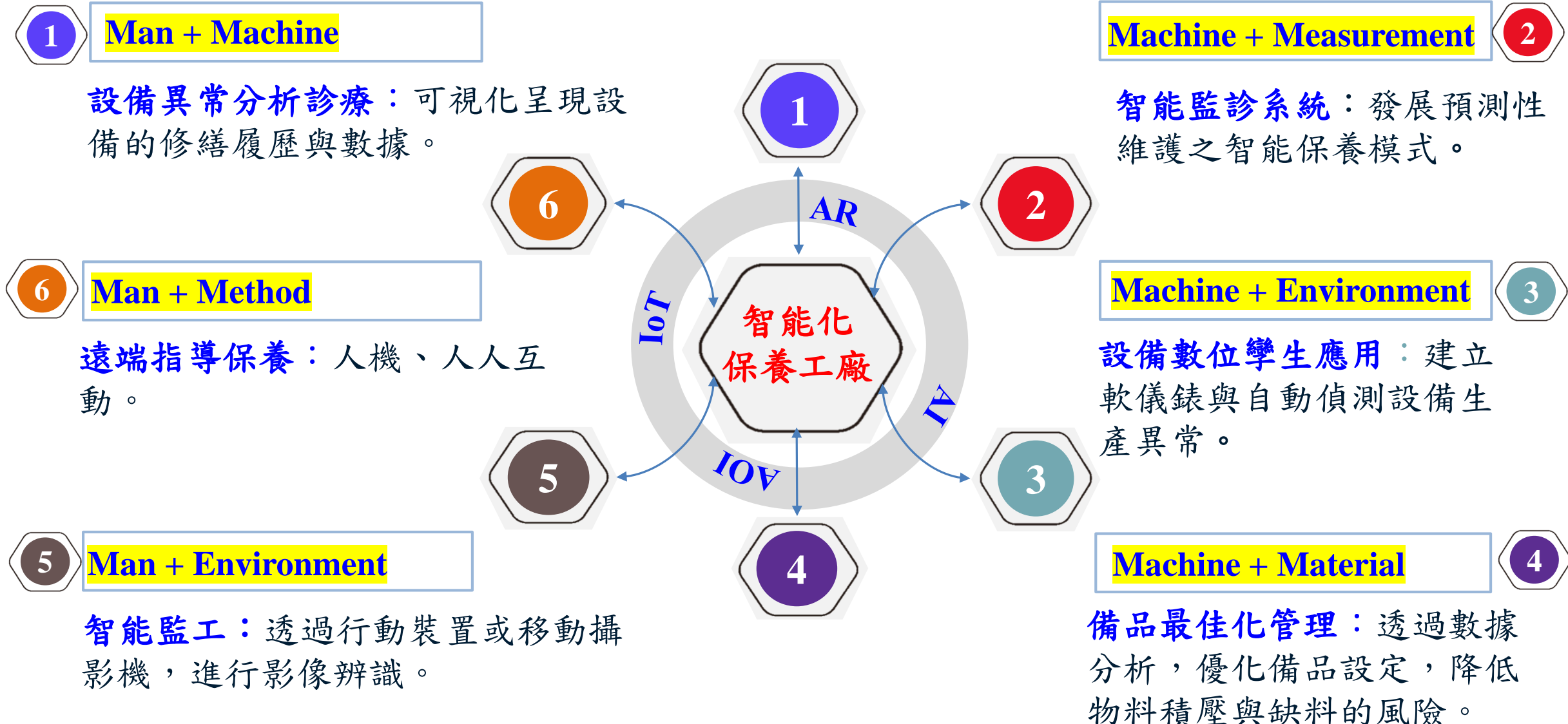
方法

目的

➤ 智能化設備維運是融合AIoT技術應用到5M1E設備全方位維運需求，隨時監測（Measurement）設備狀態與周遭環境（Environment），讓人（Man）、機（Machine）、料（Material）、法（Method）等相關作業，採用智能化協同完成各項工作任務。

實踐步驟2-AI工具與應用

從AIoT技術到智能化5M1E設備維運應用





三、智能化保養維運實例介紹

Man + Machine 融合



1-1. 設備異常分析診療



需求痛點

設備維修保養、工單、製程資料未串聯，知識難傳承互通。

無法全面了解設備異常成因；遇重複異常難掌握根因分析及找出有效對策。

- 知識圖譜(KG, Knowledge Graph)：一個由不同實體所串聯在一起的網路，為一種機器可讀的資料結構。
- 知識圖譜本身能夠很直覺的將不同來源的資料以關係式的方法結構化，可孕育出無數個不同的應用。

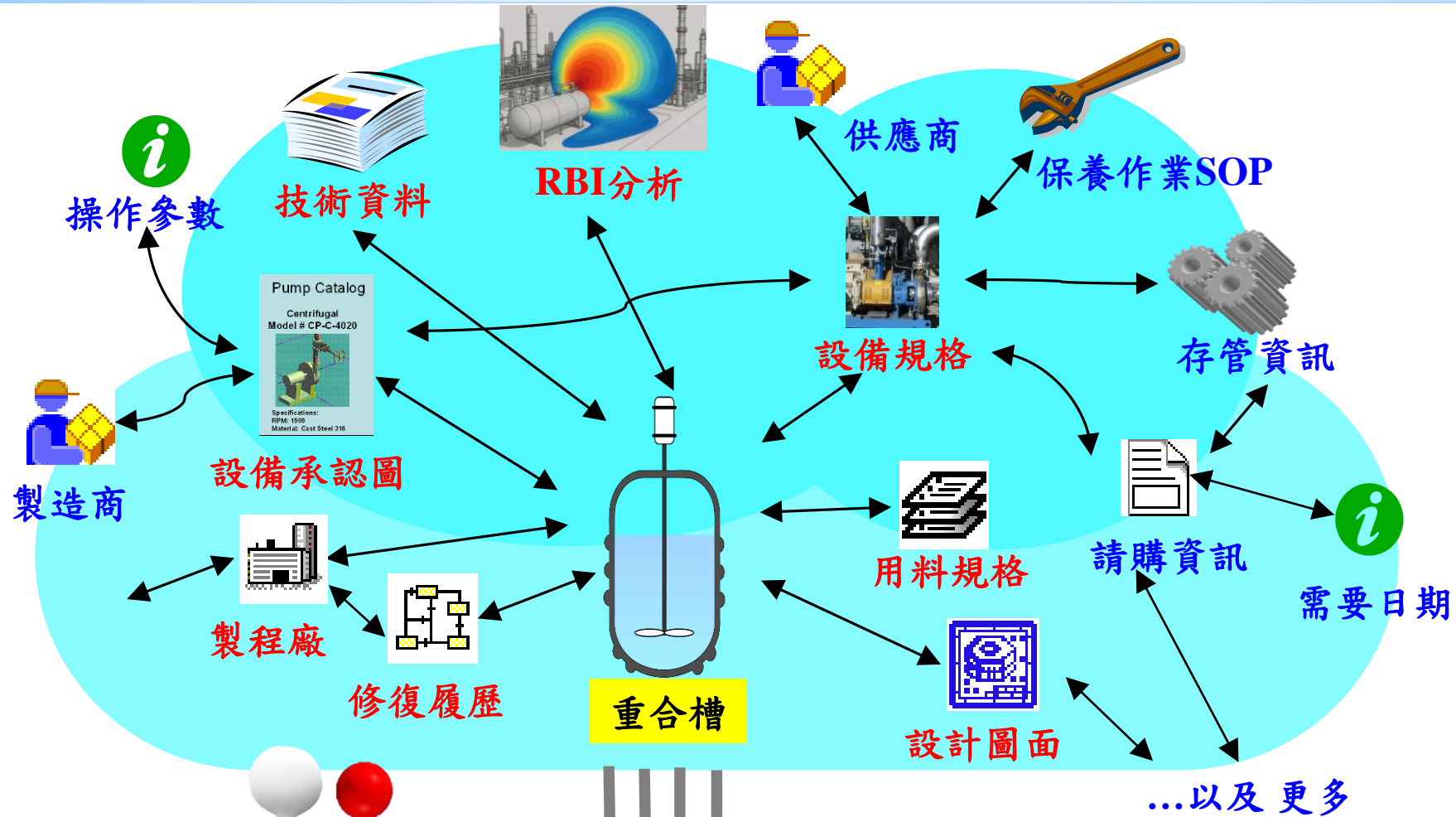
預期效益

透過知識圖譜串聯相關資料，協助查詢、診斷、預警與知識交接。

結合知識圖譜建立設備保養助理，協助完整分析設備異常。



整合系統平台以設備導向為中心知識圖譜



Information

設備異常分析診療平台-洩漏根因分析作業實例

| | | | |
|--|-----------|-------------------------------------|--|
| 流體類別：A類，易燃易爆 | | 異常狀況：法蘭面洩漏 | |
| 設備類別：壓力容器 | 設備名稱：重合C槽 | | |
| 洩漏位置：上端蓋法蘭面 | 損壞機制：墊片老化 | 屬性：高風險 | |
| 異常說明：法蘭面洩漏 | | 操作溫度、壓力：50°C、6 kg/cm ² G | |
| 狀況說明：重合槽實施例行開蓋檢查，檢查完成後之試壓作業時發現上端蓋法蘭處洩漏，經加鎖後無效，初判是法蘭密封失效或墊片老化而導致洩漏。 | | | |

異常
瞭解

異常
診斷

根因
驗證

改善
擬定





設備異常分析診療平台-洩漏根因分析作業實例

設備異常分析診療

智慧監控分析模組

檢測/技術作業平台

知識管理

安衛環作業系統

商業智慧

其它

保養中心保養廠

設備基本資料

修復紀錄與統計

設備用料分析

預/定保作業

技術資料

RBMI

設備資料

設備規格

設備流體

設備子系統

設備編號: ER-301 設備名稱: 設備類別: 設備型式:

製程區: 製程系統: 成本中心: 生產課:

重要等級: 全部 高 中 低

搜尋 列印 修復記錄列印

| 設備編號 | 設備名稱 | 製程區 | 製程區名稱 | 製程系統 | 製程系統名稱 | 設備類別 | 設備型式 | 成本 |
|---------|------|-------|-------|------|--------|------|------|----|
| ER-301A | 重合槽 | E-300 | 重合區 | 1GE1 | 重合區 | VE | RT | |
| ER-301B | 重合槽 | E-300 | 重合區 | 1GE1 | 重合區 | VE | RT | |
| ER-301C | 重合槽 | E-300 | 重合區 | 1GE1 | 重合區 | VE | RT | |
| ER-301D | 重合槽 | E-300 | 重合區 | 1GE1 | 重合區 | VE | RT | |

上一頁 1 下一頁 1/1

| 設備編號 | 規格代號 | 規格名稱 | 內容 |
|---------|------|---------|---------|
| ER-301C | 101 | 設備廠牌 | 台朔重工 |
| ER-301C | 102 | 設備型式 | 反應槽 |
| ER-301C | 103A | 運轉狀況 | 批次(間斷性) |
| ER-301C | 111K | 分支數量 | |
| ER-301C | 112F | 設計壓力 | 14 |
| ER-301C | 112H | 操作壓力 | |
| ER-301C | 113B | 方向 | 直立式 |
| ER-301C | 115N | 設計溫度 | -20~95 |
| ER-301C | 115P | 操作溫度 | |
| ER-301C | 117E | 尺寸 - 外徑 | 3264 |

1

設備基本資料

修復紀錄與統計

設備用料分析

預/定保作業

技術資料

RBMI

2

ERP修復紀錄

異常模式統計

修復類別統計

3

舊修復紀錄

修復紀錄

定保修復單

故障修復單

| | | | |
|---------|-----|------|--|
| ER-301C | TYS | 型式規格 | |
|---------|-----|------|--|

異常瞭解

異常診斷

根因驗證

改善擬定

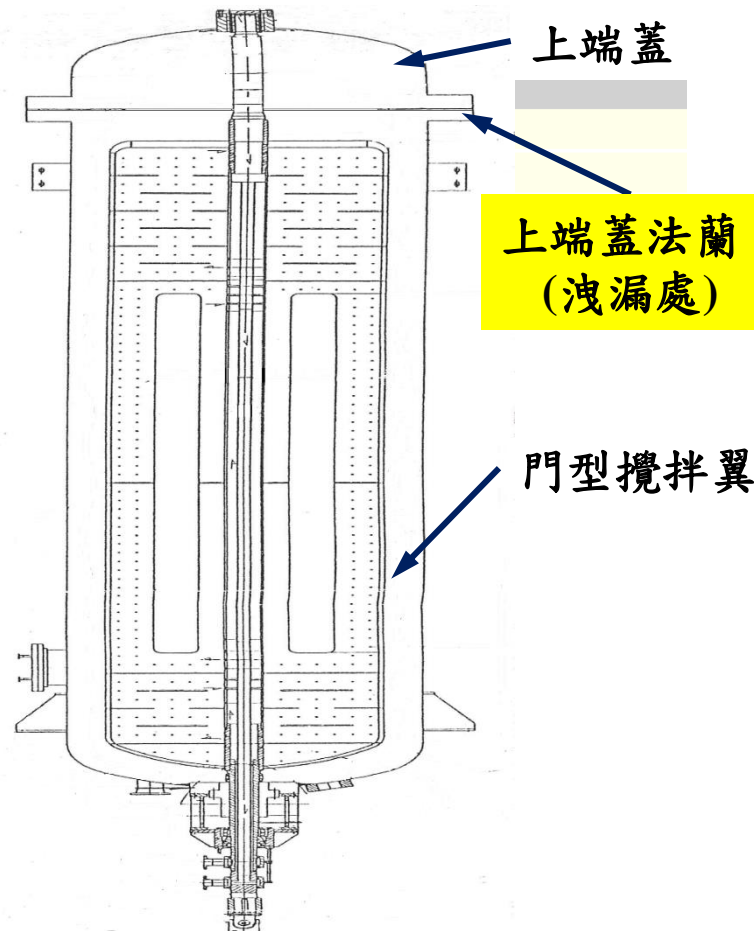
異常
瞭解

異常
診斷

根因
驗證

改善
擬定

1. 門型攪拌翼寬度為2,560mm，因此重合槽須設計有上端蓋，才能安裝攪拌翼。
2. 若需拆換法蘭墊料，**必須考量設備現場環境複雜狀況。**





設備異常分析診療平台-洩漏根因分析作業實例

可獲知該設備RBI分析基本資料及檢查計畫執行情形，已執行VT、UT、CUI檢測計畫。

設備基本資料 修復紀錄與統計 設備用料分析 預/定保作業 技術資料 **RBMI**

基礎資料 檢測計劃 檢測報告

設備(迴路)編號/設備描述:

設備基本參數

| 設備(迴路)編號 | 設備描述 | 固定設備型式 | 組件型式 | 螺栓材質 | 墊片材質 | 製造廠商 | 方向 | 具ASME U1認證 | 直徑 | 長度 | 設定釋放壓力 | 進入內部可能性 |
|----------|------|-----------------|-----------------|-----------|------------------|------|----------|------------|------------|-------------|----------|---------|
| ER-301C | 重合槽 | Pressure Vessel | Jacket | SA-193-B7 | Gylon Style 3510 | 台朔重工 | Vertical | N | 3200.00000 | 12000.00000 | 12.30000 | Yes |
| ER-301C | 重合槽 | Pressure Vessel | Pressure Vessel | SA-193-B7 | Gylon Style 3510 | 台朔重工 | Vertical | N | 2940.00000 | 12000.00000 | 12.30000 | Yes |
| ER-301C | 重合槽 | Pressure Vessel | | SA-193-B7 | Gylon Style 3510 | 台朔重工 | Vertical | N | | 12000.00000 | 12.30000 | Yes |

設計參數

| 設備(迴路)編號 | 設備描述 | 固定設備型式 | 損壞機制 | 檢測優先順序 | 檢測方法 | 檢測範圍 |
|----------|------|-----------------|-------------------------------|--------|------------------------------|--|
| ER-301C | 重合槽 | Pressure Vessel | Jacket External Deterioration | 23 | VI-Ext | 100%涵蓋率 |
| ER-301C | 重合槽 | Pressure Vessel | Jacket CUI | 23 | Jacket CUI Inspection-Visual | 外部目視發現保溫有問題時 (Date In Service was used as last inspection date.) |
| ER-301C | 重合槽 | Pressure Vessel | Internal Corrosion | 21 | UT | 胴體3點(若長度 > 30 M, 每10 M內加1點). 端蓋共2點. 插管抽測1支1點 (Date In Service was used as last inspection date.) |

異常瞭解

異常診斷

根因驗證

改善擬定

GPT智慧助理 – Graph RAG結合知識圖譜之技術解析及應用

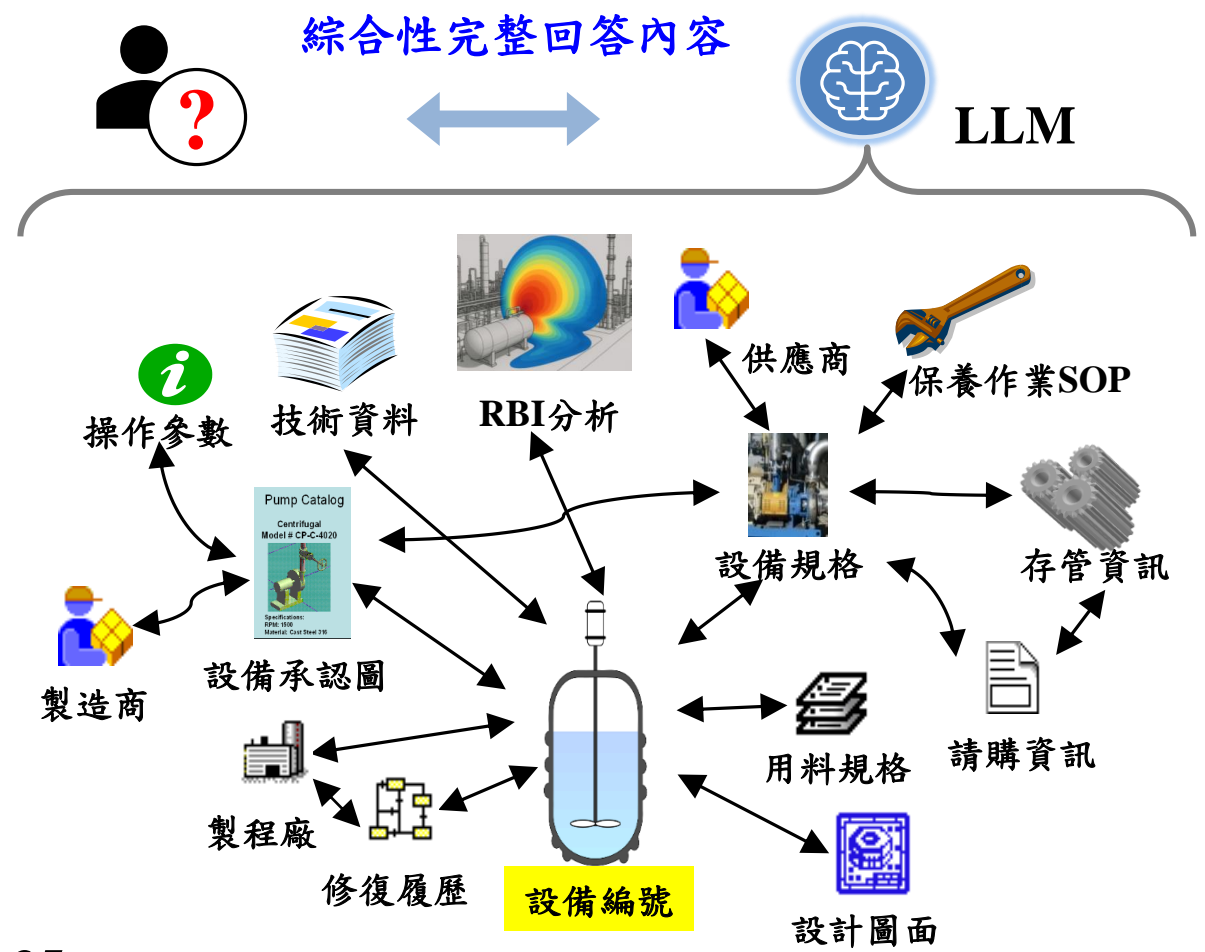
傳統RAG技術

透過向量資料庫(Embedding)核語意相似度進行檢索，僅能檢索到部分相關性最高的內容回答，回答較不精準且完整。



Graph RAG技術

基於知識圖譜中已知關聯性進行推理，能夠複雜的語意關聯，全面檢索到相關性最高內容，來生成答案。



設備異常分析診療平台-洩漏根因分析作業實例

針對 廠ER-301A、ER-301B、ER-301C、ER-301D，2015年01月~2025年12月
修復履歷進行分析統計，找出最主要異常原因



> 思考過程

以下為分析摘要與下載連結（已依您指定期間 2015-01-01 至 2025-12-31，針對 ER-301A/B/C/D）：

一、摘要結果

- 原始列 (raw rows) : 387 筆
- 合併事件 (以 修復單編號 聚合) : 95 件
- 主要異常原因 (依事件數排序) :

- Piping : 40 件 (42.11%)
- Other : 18 件 (18.95%)
- Seal/Gasket/O-ring : 17 件 (17.89%)
- Valve : 13 件 (13.68%)
- Bearing/Mechanical : 5 件 (5.26%)
- Leak : 1 件 (1.05%)
- Flange/Bolts : 1 件 (1.05%)

附屬設備維護

該次洩漏案例

異常
瞭解

異常
診斷

根因
驗證

改善
擬定

針對： 廠ER-301重合槽端蓋墊料用料規格為何?其檢查與汰換時機為何?



> 思考過程

依據上述規範與一般設備保養/止漏實務，對於「ER-301 重合槽端蓋墊料」之判讀、檢查與汰換建議如下：

1. 如何確認正確用料（規格）

- 先確認端蓋與法蘭的型式：
 - 若端蓋為 RJ (Ring & Groove) 型法蘭，應依法蘭凹槽尺寸選用相對應尺寸之 RJ ring (metal ring) 或相容之墊料，參照 FGES-T-PFJ00 (p.200) 之凹槽與墊料標準尺寸表。
 - 若為一般凸緣 (RF) 或其他型式，應以該法蘭面型與螺栓孔尺寸對應墊片規格（見廠內法蘭/墊片規範）。

異常
瞭解

異常
診斷

根因
驗證

改善
擬定

- 實務步驟：

1. 讀取 ER-301 設備編號牌/圖面，確認法蘭型式（RJ、RF 等）及公稱尺寸（NPS）。
2. 對照 FGES-T-PFJ00 中表格的 groove / ring 規格（p.200）來選擇墊料尺寸／型式（或向設計圖/製造商確認墊料材料，如金屬 RTJ、柔性 graphite、PTFE 等）。
3. 若法規或工單有指定材質（例如耐氯化物或溶劑之抗蝕材質），以該指定為準；無指定時，以流體性質與溫度壓力條件選擇材料（由工程/材料單位確認）。

2. 檢查項目（當場與週期性）

- 開蓋或日常巡檢時（視工廠運轉規程）應檢查：

- 外觀滲漏：有無液體滲出、結晶、鹽斑或油污痕跡。
- 墊料外露狀態：有無突出擠出、撕裂、崩裂或脫層（對複合墊）。
- 表面化學劣化：變色、膨脹、鬆散、碳化、脆化或黏性異常（尤其對非金屬墊料）。
- 壓縮狀態與痕跡：螺栓圈壓縮不均、螺栓鬆脫或塑性變形痕跡。
- 螺栓扭力：啟動後或維修後檢查扭力是否在規範要求範圍（見裝配/鎖固程序）。

異常
瞭解

異常
診斷

根因
驗證

改善
擬定

3. 汰換時機（何時要換）

- 必須立即汰換（不可延遲）：
 - 明顯滲漏且以緊固無法控制時。
 - 墊料出現裂縫、碎裂、嚴重擠出或塑性破損（再使用會導致失效）。
 - 墊料遭化學侵蝕、脆化或黏結影響密封功能。
 - 法蘭面或凹槽已損壞到影響墊料密封配合（需修復面或更換墊料與可能的金屬圈）。
- 建議每次端蓋拆卸（maintenance/inspection open）時原則上更換墊料：
 - 一般實務為「拆開即換」，因墊料已失去原始壓縮狀態與密封可靠度；若要重用須經工程同意並確認完整性（但通常不鼓勵）。
- 預防性汰換：
 - 若運轉條件（溫度、化學性質）對墊料侵蝕快，應縮短檢修間隔並在大檢修時汰換。
 - 依材料老化跡象在大修期間或達到廠內規定服役年限後汰換（若廠內無明確年限，請由設備管理或材料工程訂定基於經驗的週期）。

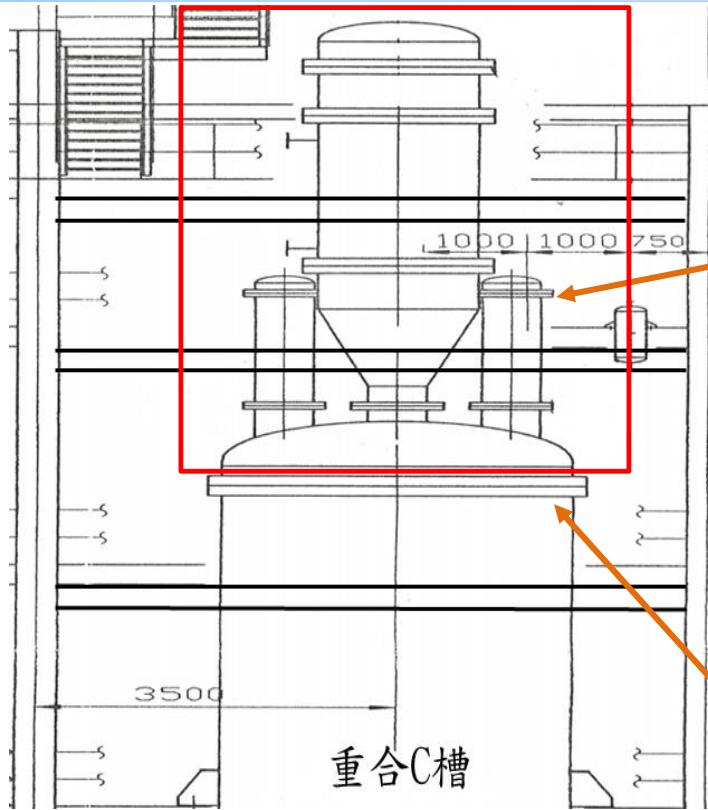
異常
瞭解

異常
診斷

根因
驗證

改善
擬定

設備異常分析診療平台-洩漏根因分析作業實例



槽頂設置有相關附屬設備，其包含加料管、清洗系統及操作平台等，致使墊片汰換與法蘭面檢查不易。

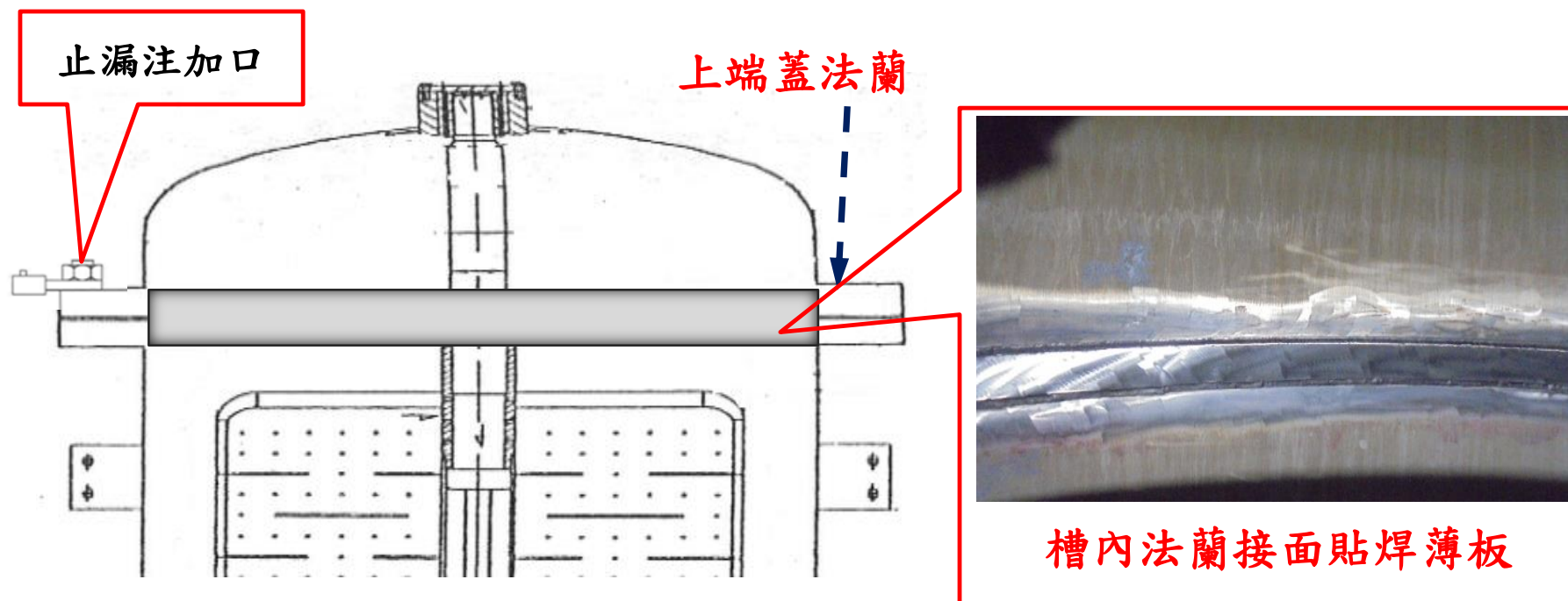
異常瞭解

異常診斷

根因驗證

改善擬定

設備異常分析診療平台-洩漏根因分析作業實例



異常
瞭解

異常
診斷

根因
驗證

改善
擬定

1. 現階段處理對策:經研討評估採法蘭止漏方式處理外，擬強化止漏品質另於槽內部法蘭接合面處貼焊薄板，並以 $10\text{kg}/\text{cm}^2$ 之水壓試漏。
2. 改善對策:端蓋法蘭面密封檢查納入大週期定檢檢測項目，並針對相同設備平行展開檢查。



設備異常分析診療平台-洩漏根因分析作業實例

設備基本資料 修復紀錄與統計 設備用料分析 預/定保作業 技術資料 RBMI

設備用料統計 請購資料統計 備品用料分析

設備類別: VE 設備型式: RT

設備規格: **Q**

| 規格代號 | 規格名稱 | 規格內容 |
|------|-------|------|
| 101 | 設備廠牌* | |

服務廠處: **Q**

| 廠處 | 廠處名稱 |
|----|--------|
| 1G | 麥寮PVC廠 |

存管部門: **Q**

| 廠處 | 廠處名稱 |
|----|--------|
| M5 | 麥寮保養一廠 |
| M6 | 仁武保養一廠 |
| MF | 林園保養廠 |

查詢

符合查詢設備規格之設備清單

| 設備編號 | 設備名稱 | 製程區 | 製程區名稱 | 成本中心 | 生產課 | 重要等級 | 流體名稱 | 操作溫度 | 操作壓力 |
|---------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|
| ER-301A | 重合槽 | E-300 | 重合區 | | 1GE1 | H | | | |
| ER-301B | 重合槽 | E-300 | 重合區 | | 1GE1 | H | | | |
| ER-301C | 重合槽 | E-300 | 重合區 | | 1GE1 | H | | | |
| ER-301D | 重合槽 | E-300 | 重合區 | | 1GE1 | H | | | |
| EV-301A | 攪拌槽 | E-300 | 重合區 | 11GE1 | 1GE1 | H | | | |

請購基準用料清單

| 項次 | 設定部門 | 庫別 | 材料編號 | 品名規格(一) | 品名規格(二) | 在庫量 | 最低存量 | 單價 |
|----|------|------|----------|----------------------------------|---|--------|------|------------|
| 1 | M510 | LM5M | GKTAKU80 | 特弗龍夾石墨重合墊料 BLACK HYPER 如 V#GF300 | 24" x 300LB x RF x 3mm ^t | 8.000 | 4 | 4700.00000 |
| 2 | M510 | LM5M | GKTALM63 | 高溫抗黏壓縮非石棉重合墊料如 NOVATEC | PREMIUM II 24" x 300LB x RF x 3mm ^t | 8.000 | 4 | 1950.00000 |
| 3 | M510 | LM5M | GKTSUP51 | 含填料鐵氟龍重合墊料 SIGMA#511 | 620mmID x 720mmOD x 3.0mm ^t | 10.000 | 0 | 4360.00000 |
| 4 | M510 | LMKM | GKTSVFL3 | 壓縮非石棉重合墊料 如GARLOCK S#3510 | 或同級品 560mm ^Ø x 606mm ^Ø x 3mm ^t | 30.000 | 15 | 2858.00000 |

備註: 文字框輸入*, 代表取全部資料

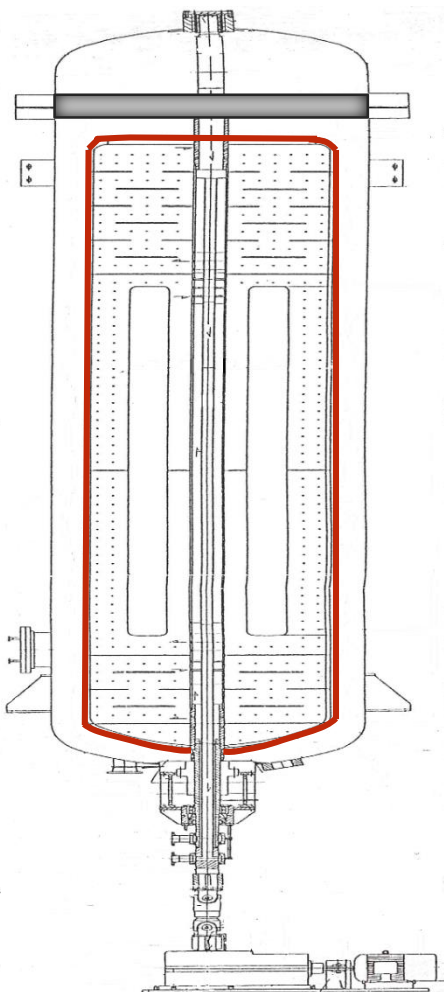
| 選擇 | 規格代號 | 規格名稱 | 規格內容 |
|--------------------------|------|---------|-----------|
| <input type="checkbox"/> | 101 | 設備廠牌 | |
| <input type="checkbox"/> | 102 | 設備型式 | |
| <input type="checkbox"/> | 103A | 運轉狀況 | 批次(間斷性) ▾ |
| <input type="checkbox"/> | 111K | 分支數量 | ST |
| <input type="checkbox"/> | 112F | 設計壓力 | kg/cm2 |
| <input type="checkbox"/> | 112H | 操作壓力 | kg/cm2 |
| <input type="checkbox"/> | 113B | 方向 | 水平 ▾ |
| <input type="checkbox"/> | 115N | 設計溫度 | °C |
| <input type="checkbox"/> | 115P | 操作溫度 | °C |
| <input type="checkbox"/> | 117E | 尺寸 - 外徑 | mm |
| <input type="checkbox"/> | 117F | 尺寸 - 長度 | mm |
| <input type="checkbox"/> | 128 | 操作流體 | |
| <input type="checkbox"/> | DSC | 設計產能 | |
| <input type="checkbox"/> | MFV | 製造廠商 | |
| <input type="checkbox"/> | S11 | 內部裝置 | 經衛板 ▾ |

確定 取消

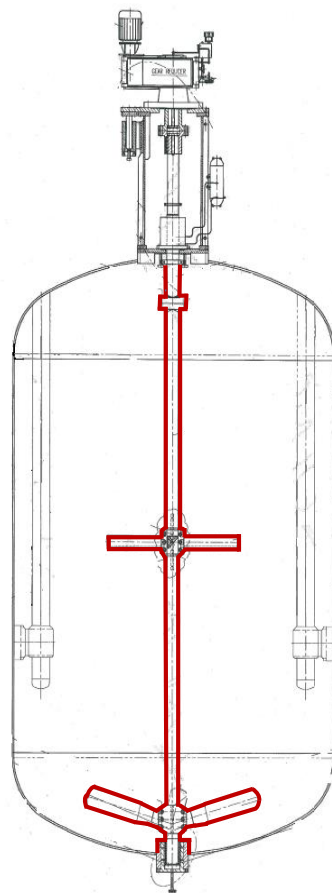
異常瞭解
異常診斷
根因驗證
改善擬定

可獲知保養中心各廠符合查詢設備規格之存管用料清單。

A廠重合槽型式



同製程B廠重合槽型式



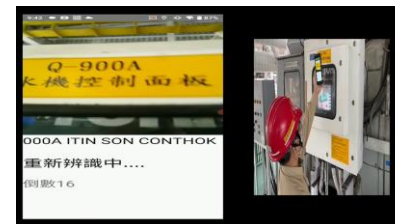
1. 相同製程單元之設備比較分析；
A廠採用門型攪拌翼型式，重合槽需有上端蓋，供安裝攪拌翼；
B廠採用的是葉片型式，可藉由人孔進入槽內拆換，因此無設計上端蓋法蘭。
2. 擬定端蓋法蘭面密封檢查納入大週期定檢檢測項目中。

異常
瞭解

異常
診斷

根因
驗證

改善
擬定



設備異常分析診療平台-洩漏根因分析作業實例

優化前後作業比較表

| 步驟 | 優化前作業方式 | 現況作業(資訊整合運用) |
|------|--|--|
| 異常瞭解 | 僅能從作業表單中得知基本異常資訊。 | 運用 知識圖譜技術 整合保養相關資訊，可由設備編號可 得知設備所有相關資訊 。 |
| 異常診斷 | <ul style="list-style-type: none"> •借重分析人員專業能力及製程瞭解程度研判。 •保養專家進行資料解讀與評估。 | <ul style="list-style-type: none"> •藉由設備修復履歷相關資訊、技術資料與圖面相關資訊，供分析研討。 •以圖表方式統計相關保養資訊，專家搭配系統診斷提升準確性。 |
| 根因驗證 | <ul style="list-style-type: none"> •依經驗及參照往例規劃。 •設定與洩漏直接相關之可能原因為根本原因。 | <ul style="list-style-type: none"> •可以快速尋找類似條件但未發生異常之設備或管線比較差異確定真因。 •與RBI檢測計畫/報告結合，易於推論設備異常。 •結合GPT協助根因分析。 |
| 改善擬定 | 依經驗擬定改善對策與防範異常對策擬定。 | <ul style="list-style-type: none"> •改善對策可以評估保養對策合理性，易於修訂預保計畫/檢測畫。 •與備料系統整合，有利改善計畫執行。 |



三、智能化保養維運實例介紹

Man + Machine 融合



1-2. 檢測資料智慧診斷





保養中心 保養管理 設備異常分析診療 智慧監控分析模組 檢測/維修技術平台 知識管理 安衛環作業系統 商業智慧 其它 保養中心保養廠

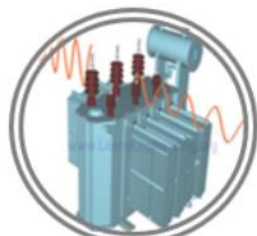
檢測/維修技術平台

設備元件洩漏智慧診斷系統
管線測厚異常立案進度管制
電氣設備預知巡檢數據資料庫
電纜與轉機全時PD監視系統

檢測數值作業系統



潤滑油分析



油中氣體分析

檢測暨維修技術資料作業系統



資料上載與傳簽

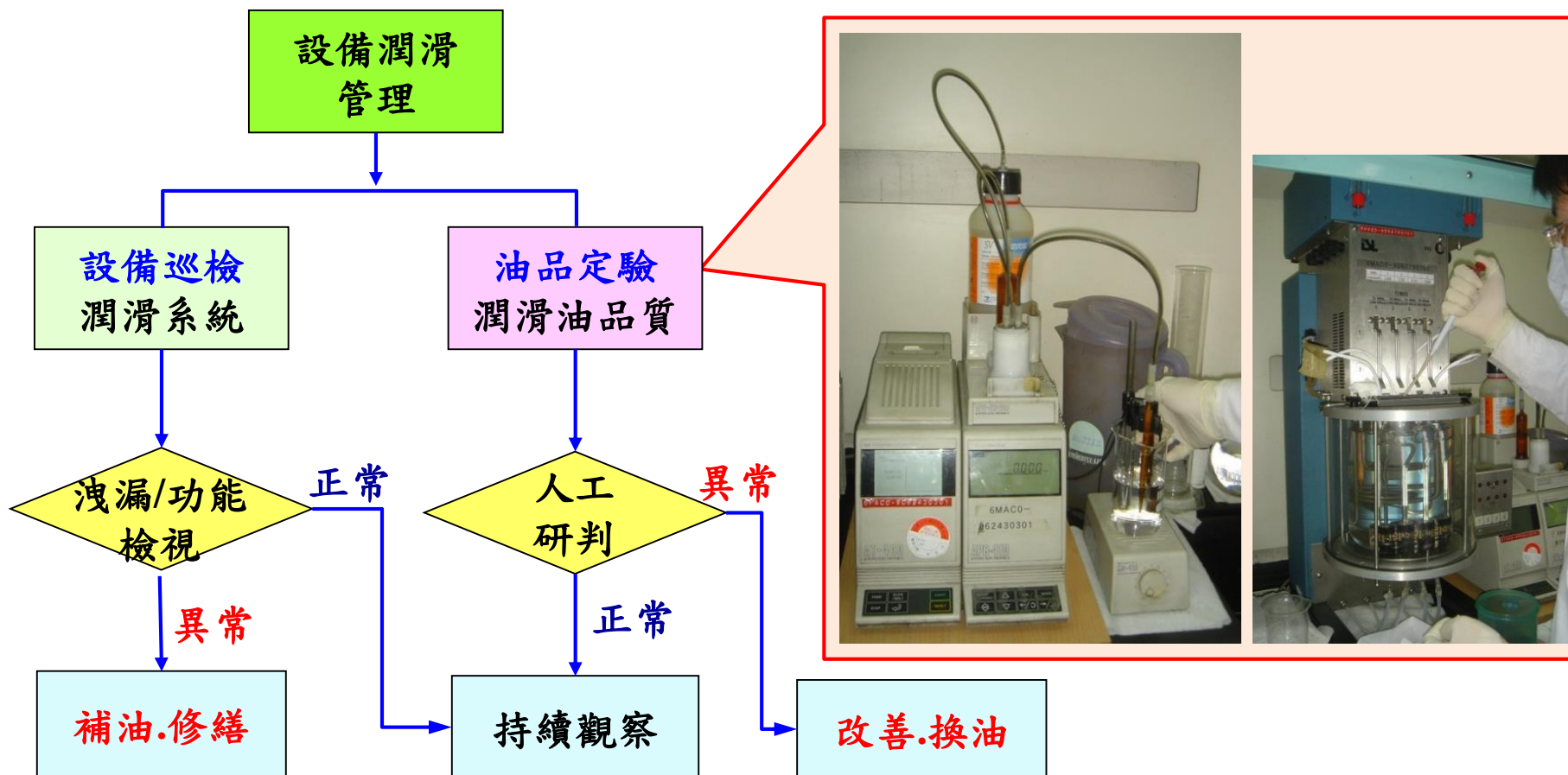


作業說明

- ▶ 該平台提供預測、保養部門上載與傳簽檢測及技術報告。**The platform provides maintenance department upload and OA delivery and Submission document.**
- ▶ 作業系統包含檢測數值分析診斷與履歷追蹤。
- ▶ 結合檢測維修案件，執行檢測資料與設備歸屬，建構完整設備維修資料庫。

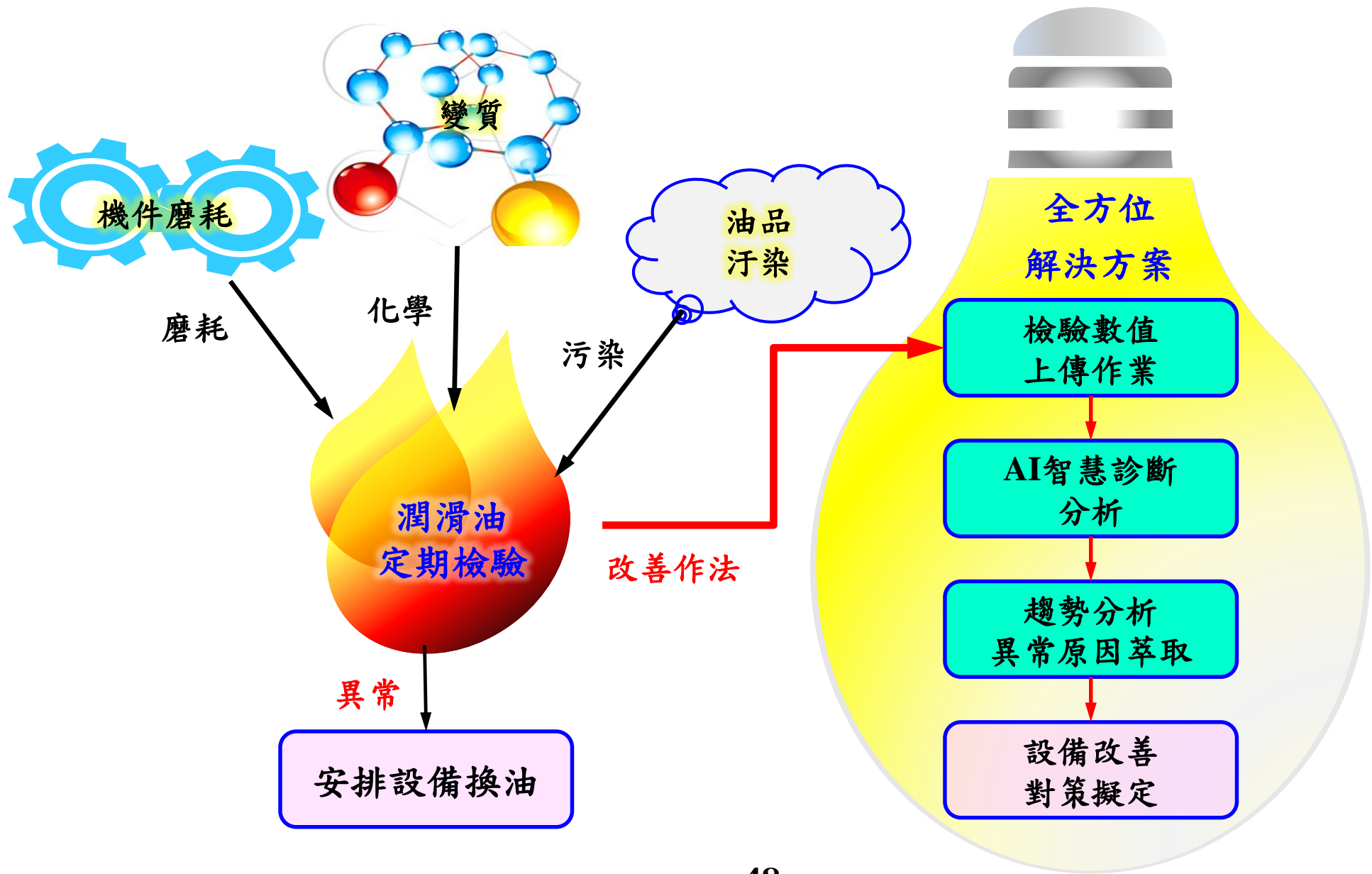
設備潤滑管理作業流程

- 重要設備經由定期實施油品分析監控油品品質，藉以了解設備運轉狀況，及**早期發現問題、延長設備壽命，減少非預期異常停機**所引發的損失。





潤滑油劣化智能管理作業流程

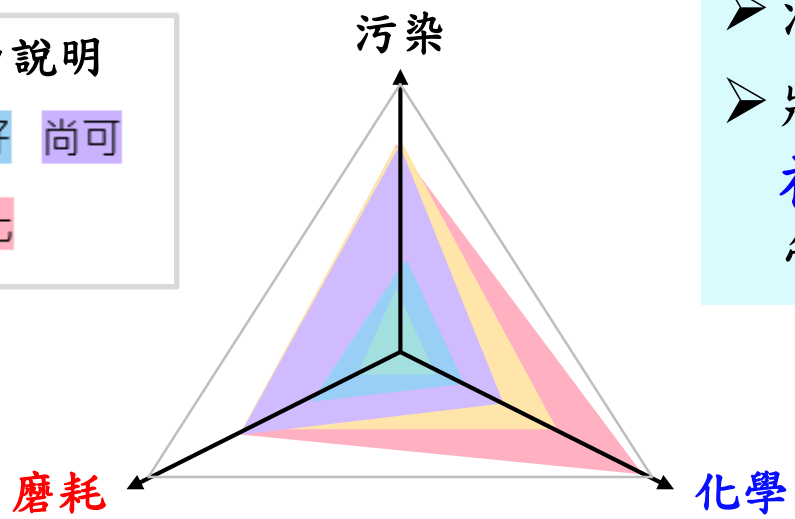




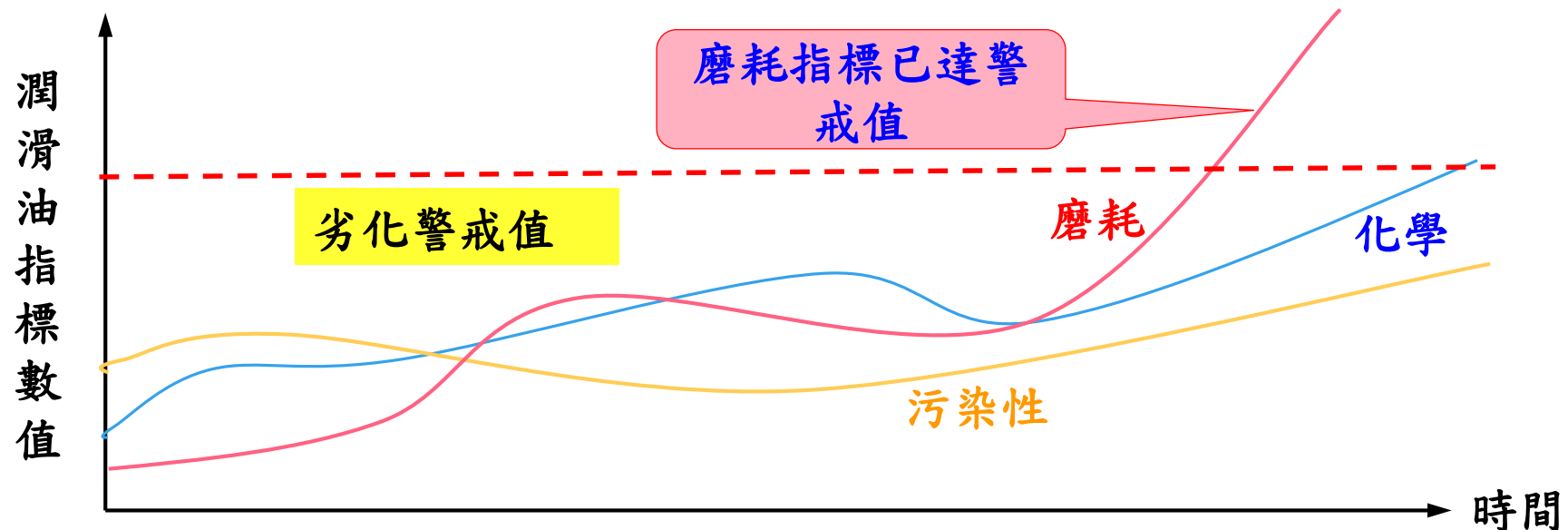
潤滑油油品量化指標呈現

雷達圖層說明

| | | |
|----|----|----|
| 優良 | 良好 | 尚可 |
| 不佳 | 劣化 | |



- 油品綜合指標以雷達分布圖呈現。
- 將油品各項**指標履歷變化**，以**可視化圖形**呈現，易於研判及趨勢管理。

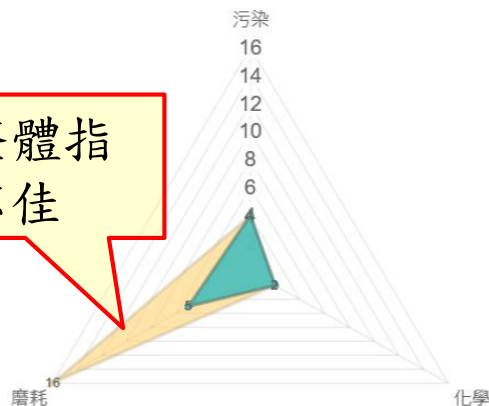




潤滑油指標運用說明-實例(一)壓縮機油

雷達圖圖層說明： 優良 良好 尚可 不佳 劣化

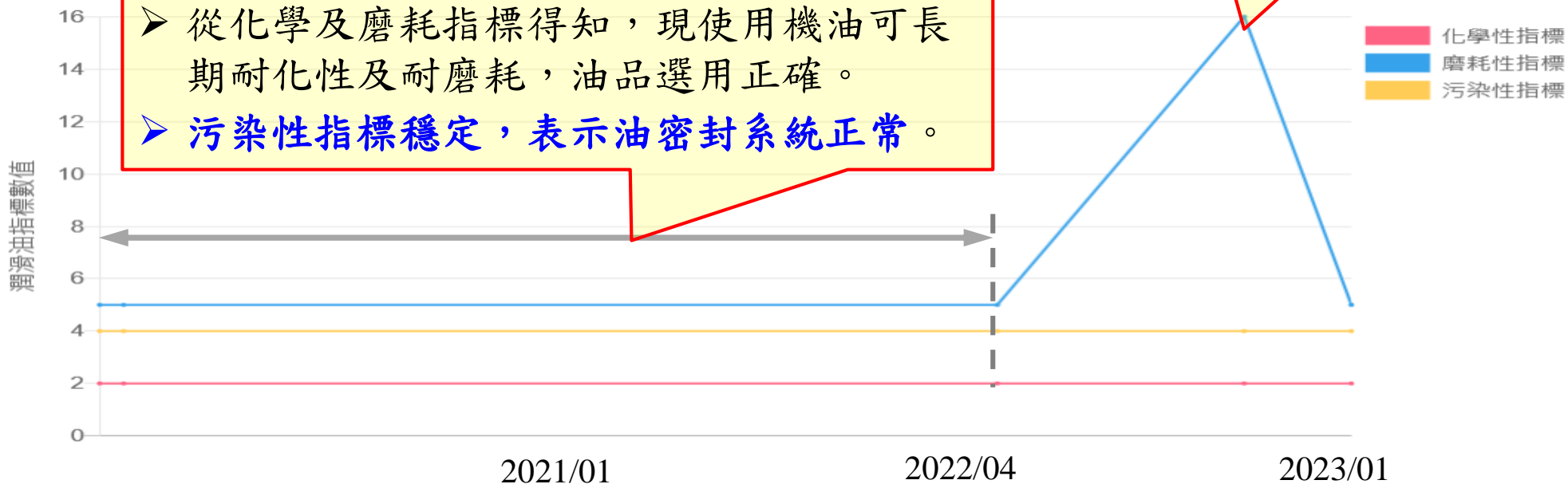
油品整體指標為不佳



➤ 磨耗指標202204開始上升趨勢，油品評等為不佳，於2022年底進行濾網拆清。

➤ 從化學及磨耗指標得知，現使用機油可長期耐化性及耐磨耗，油品選用正確。

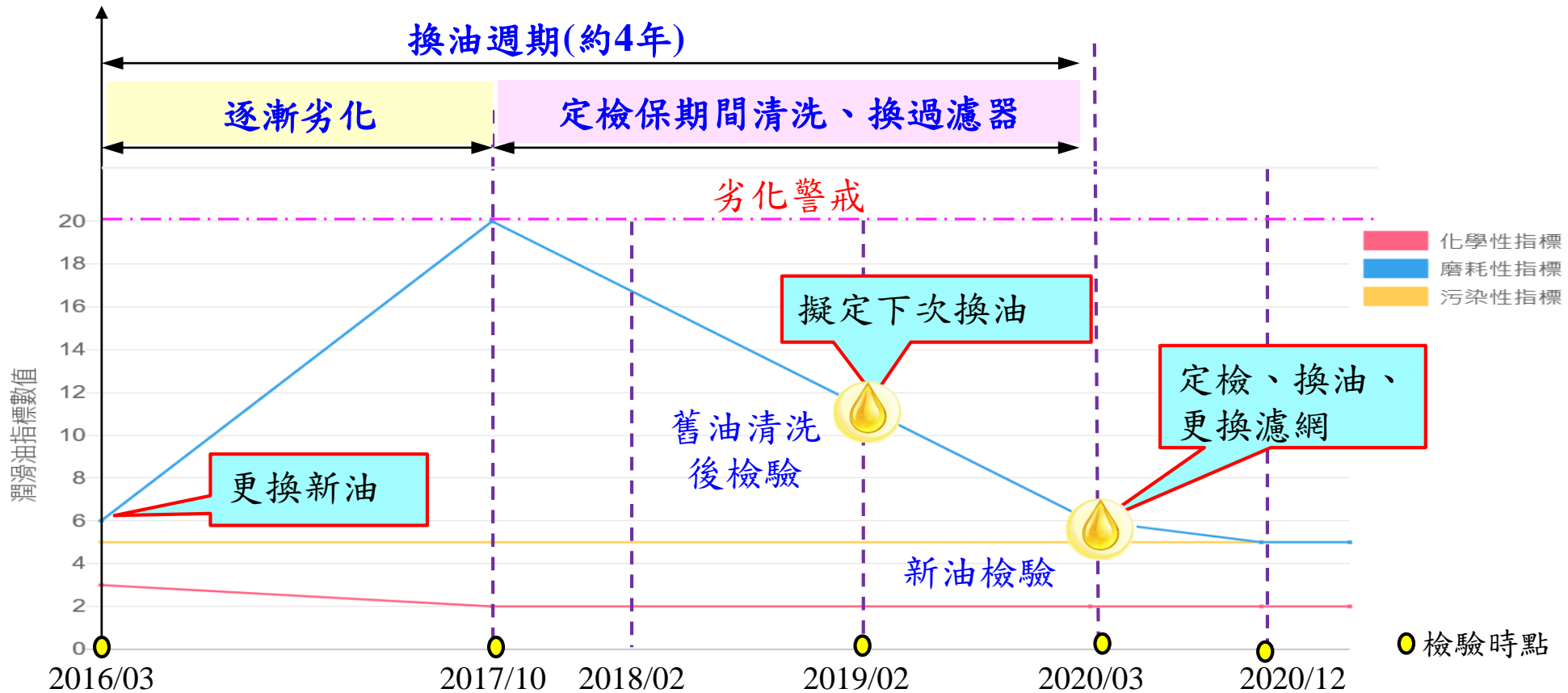
➤ 污染性指標穩定，表示油密封系統正常。





潤滑油指標運用說明-實例(二)齒輪油

- 該設備換新油後運轉第2年則進入磨耗劣化狀態。
- 從**油品指標得知主劣化因素為磨耗**，可藉由**油黏度號數、濾網號數進行檢討改善**。





三、智能化保養維運實例介紹

Machine + Measurement 融合



智能化保養應用實例介紹 (設備智能監診系統)



設備智能監診管理目的--精準維修做事方法

- 現場問題這麼多，想解決問題力不從心。
- 設備診斷往往同款不同師父，一個問題多個見解。人為判斷難免受到主觀干擾，不同師傅各有一套心法，過度依靠經驗反而更不利於技術傳承與新進人員訓練。
- 導入AI運用，讓數據說話，提升專業判定能力，減少例行性工作疲勞更能專注問題解決。



困境



例行工作：

現場巡視、蒐集數據
製作報告、異常處理...

專注問題解決

轉變

數據分析、資料彙整、智能診斷

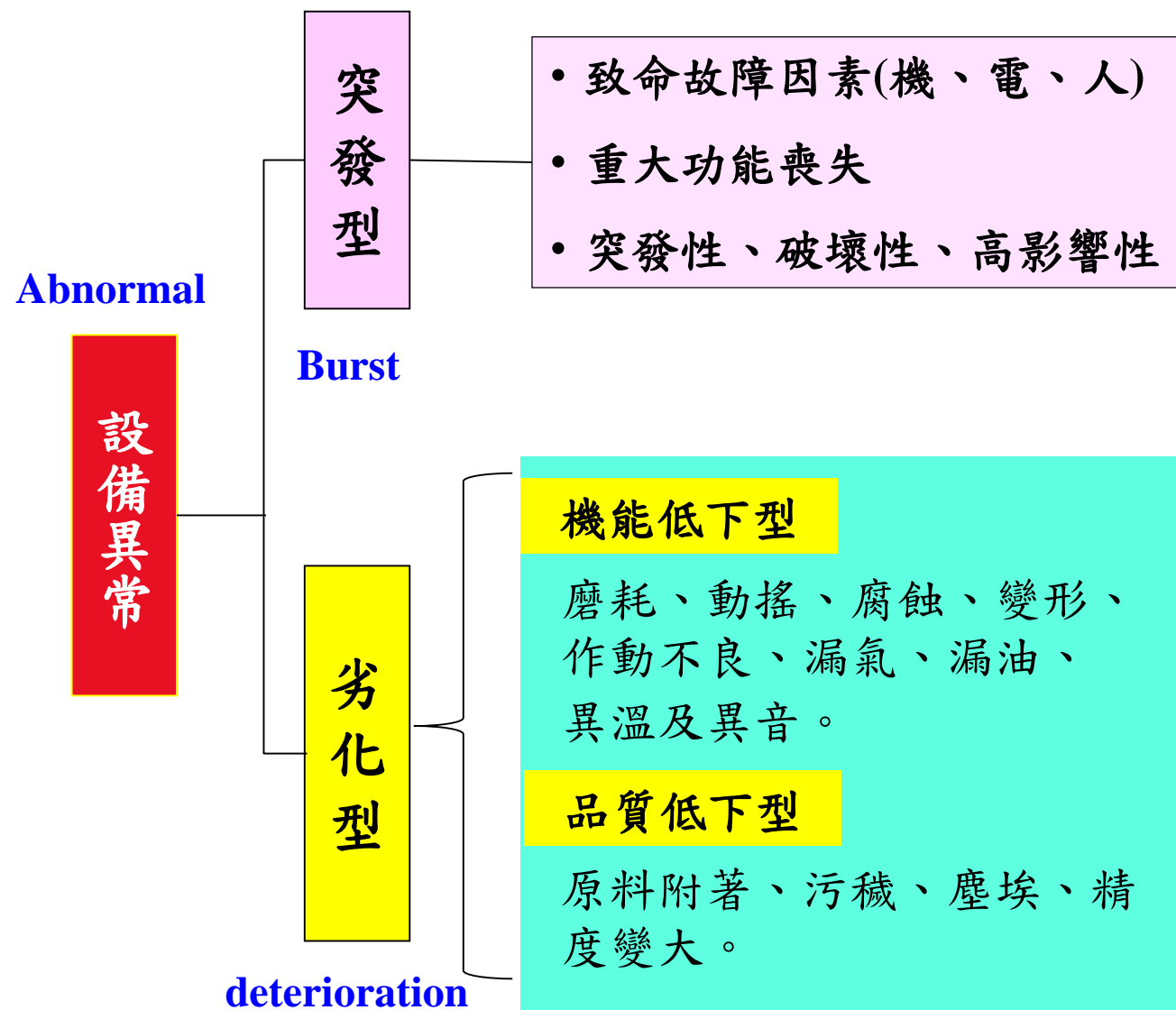


例行工作

專注問題解決



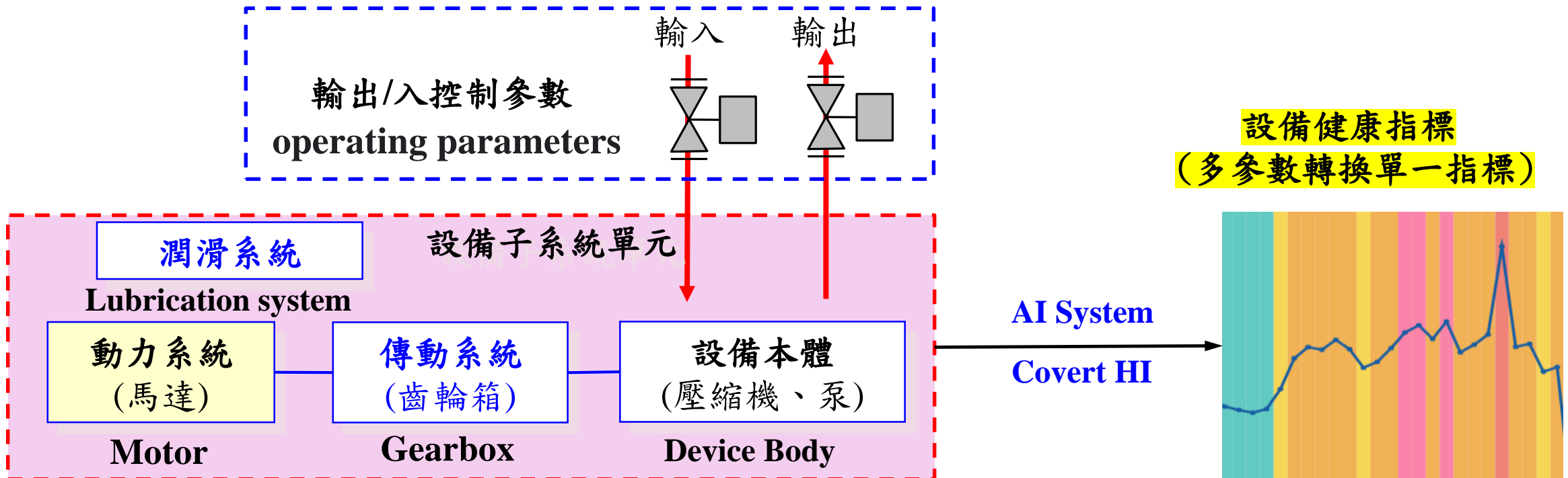
- ▶ **突發型嚴重故障**通常是多因子交互作用的結果：單一突發原因觸發（如過載、絕緣擊穿）、常存背景條件（退化、維護不足、設計缺陷、人為錯誤）下所導致嚴重後果，僅能從根因分析降低風險著手。
- ▶ **AI主動關心設備**：設備若進入劣化階段時，藉由AI分析技術提供設備極早期異常，其旨在以小修取代大修，即早調整保養策略，以降低突發型故障；達到零故障之保養目標。





設備大數據收集暨物聯網IoT建立-設備感知層建立

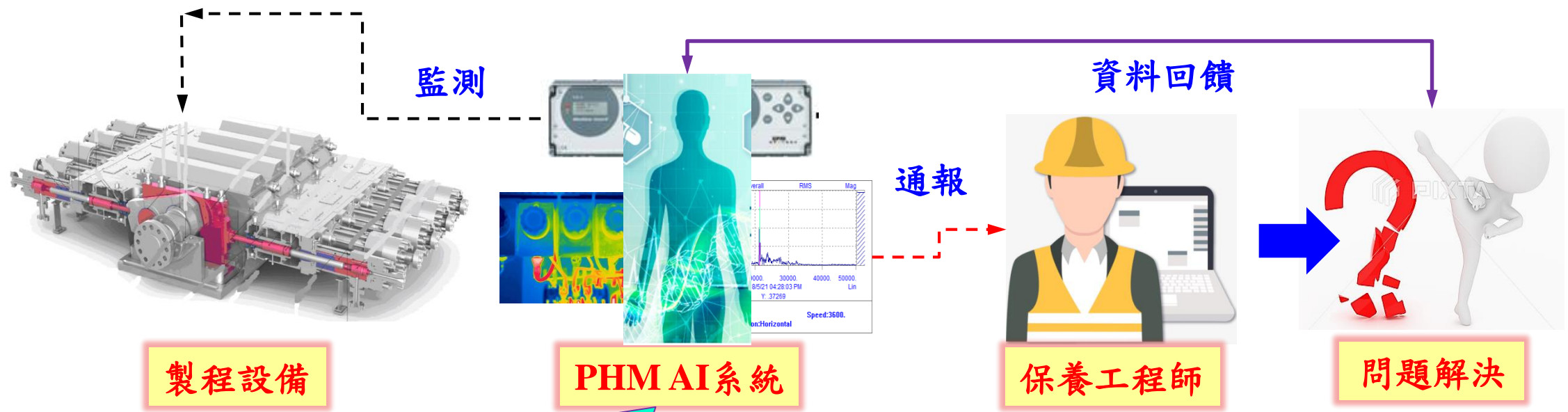
- ▶ **資料收集(大數據概念運用)**: 整合製程操作參數、設備監控點位數值、ERP修繕資料，建構完整數據驅動之多參數AI模型。
- ▶ **AI運用**: 其診斷目標為極早期預測系統、壽命推估、異常診斷等目標，輔助目前保養作業不足。





什麼是PHM (Prognostic and Health Management)?

PHM是設備故障預測與健康管理的評價標準與方法之功能實現。



AI系統辨識與解析:

1. **異常辨識:** 綜合多參數辨識找出設備劣化程度。
2. **殘餘壽命預測 (RUL, remaining useful life)。**
3. **異常原因解析:** AI系統提出異常處理對策與建議，及不斷系統自我增進。

目標

1 數據精準分析，避免非計畫停俾。

2 精準指導設備維修。

3 縮短檢修時間，延長設備運轉週期。

策略

- 提高數據穩定性。
- 提升監測數據全面性: 振動、溫度、電流、聲音.....
- 集成化收集數據: 不同監測系統進行整合，將眾多數據與系統融合集成，建立完整數據關聯網。
- 加強故障智能診斷研究。
- 加強故障數據庫建置。
- 發展數據多模態AI模型 (Multimodal AI) 之深度應用。
- 發展具備感知、認知、推理、學習的能力之更智能化之保養智慧助理系統。
- 建立一體化分析追蹤系統，從備料、診斷、修繕、運轉等流程關連與分析，建立智能化設備分析系統。



PHM智能監診功能系統架構



| 系統基本架構 | 建構方式與做法 | 目的 |
|-----------|------------|---------|
| 1 設備監控與感知 | 建構數據收集平台 | 數據處理分析 |
| 2 設備狀態管理 | 狀態(劣化)評估機制 | 設備風險辨識 |
| 3 設備效能管理 | 設備指標/故障預測 | 設備KPI指標 |
| 4 設備保修管理 | AI模型維運系統 | 有效保養維護 |



PHM 設備健康管理系統建構之需求

技術要求

擁有自主可控的軟硬體
技術能力

不同監控系統的數據
收集整合能力

穩定可靠的大數據
單一平台

AI智能技術導入應用

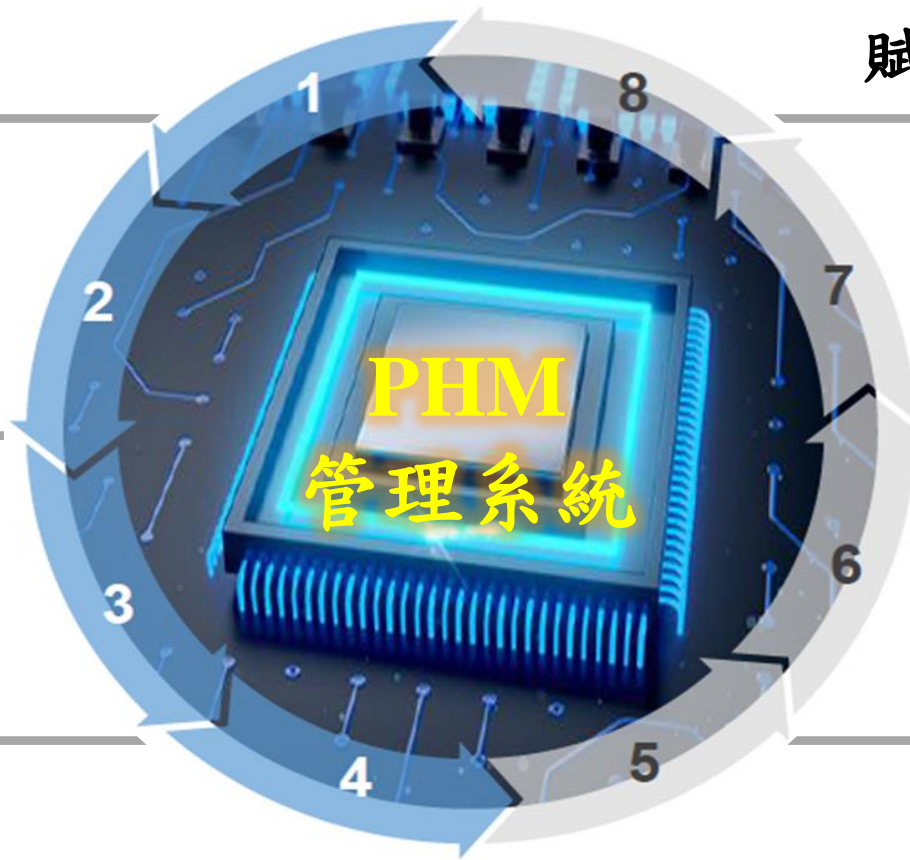
管理要求

賦能使用端意識與需求

健全設備運維系統

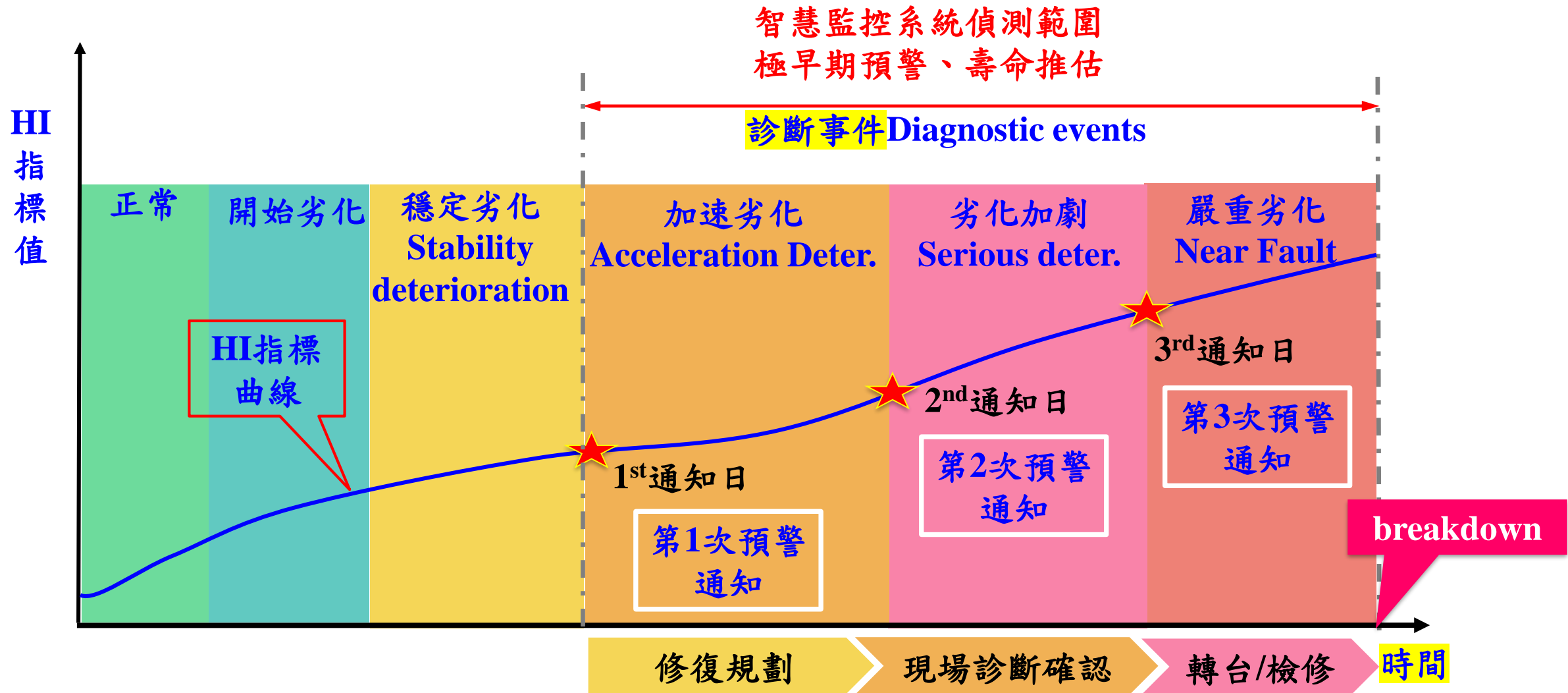
強大保養團隊支撐

完善的全天候服務系統





轉機極早期預警通知(AI System Early Warning)

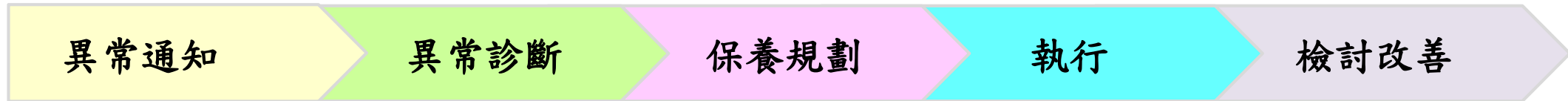




AI監診分析系統作業流程

AI智能診斷演算

保養工程師規劃執行



| | | | | |
|---|--|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ▶系統依設備劣化程度分階段於故障之前提供通知。 ▶保養主管於接獲通知後派員瞭解。 | <ul style="list-style-type: none"> ▶保養人員搭配系統診斷結果，提升研判準確性。 ▶依診斷結果評估是否需要進一步精密診斷。 | <ul style="list-style-type: none"> ▶從系統可得知修復履歷，作為修復後後續規劃。 ▶與製程協調轉機或換備台。 | <ul style="list-style-type: none"> ▶保養修復執行。 ▶修繕情形紀錄。 | <ul style="list-style-type: none"> ▶檢討修復結果，並提出改善對策。 ▶相關設備改善對策回饋到系統專家知識資料庫。 |
|---|--|---|--|--|



設備修復作業

AI診斷系統維護專人



泵智慧診斷實例分析作業流程說明

P-116B泵 診斷異常範例說明:

| 日期 | 設備狀況說明 | 處理對策 |
|------|--------------------------------|---|
| 3/8 | 智慧監控系統已診斷出，設備 已開始劣化現象 。 | 於3/11設備巡檢作業檢查時， 無明顯異常持續觀察中 。 |
| 5/10 | 智慧監控系統已診斷出，設備 穩定劣化現象 。 | 系統通知保養主管。 |
| 5/30 | 現場巡視發現軸封已有 洩漏現象 。 | 1.5/25 加速劣化 開立修復進行修繕。 2.全面檢討分析軸封壽命， 查核該泵軸封本次壽命約為1年 。 |

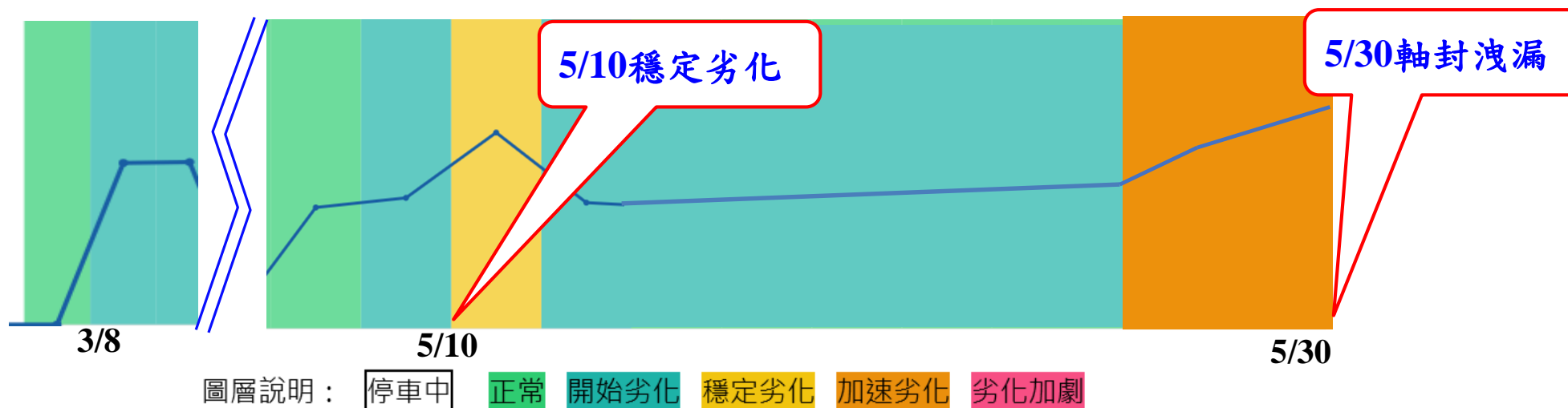
異常通知

異常診斷

保養規劃

執行

檢討改善

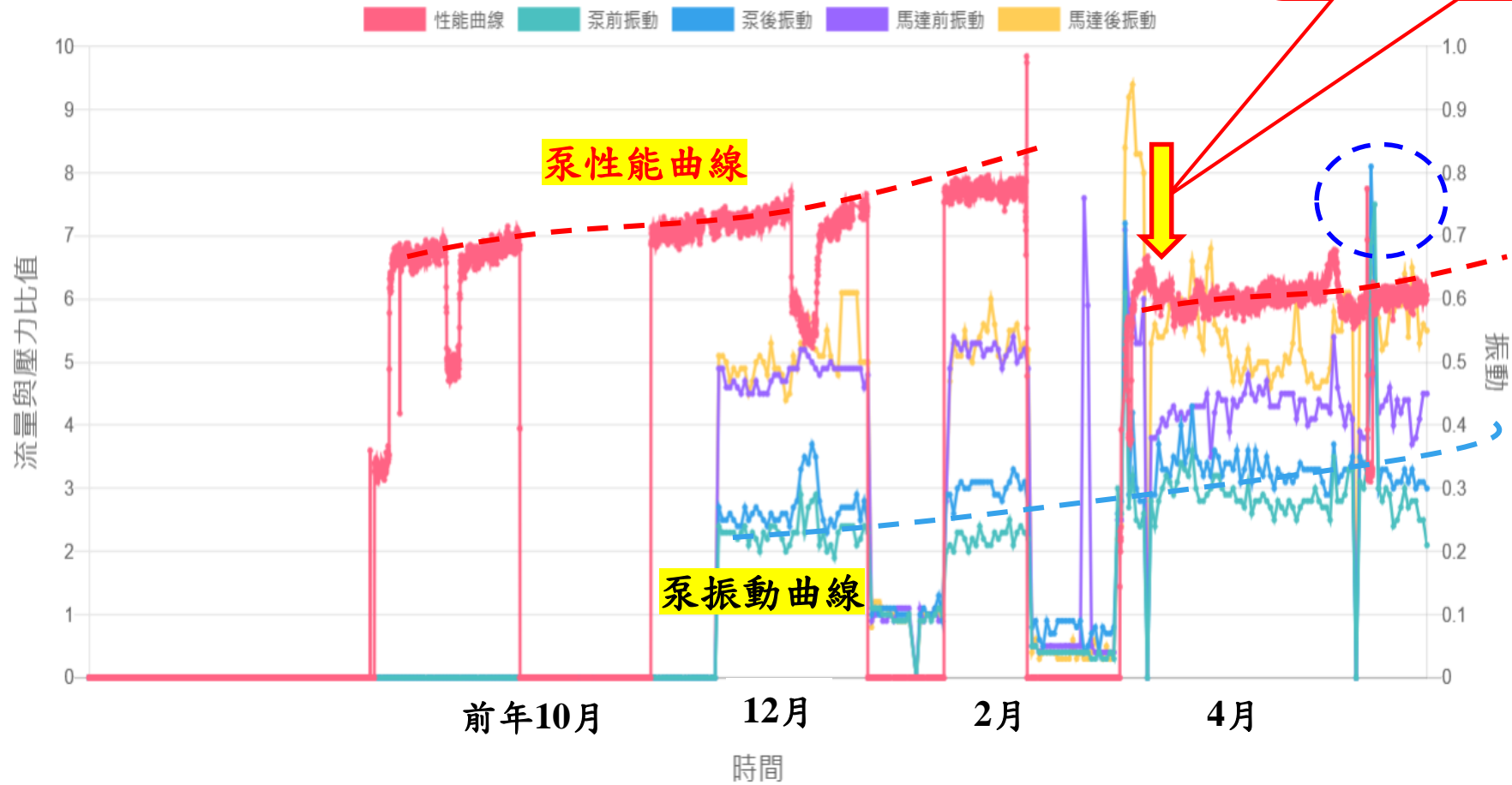




泵智慧診斷實例分析作業流程說明

- 異常通知
- 異常診斷
- 保養規劃
- 執行
- 檢討改善

泵性能曲線與振動趨勢



泵智慧診斷實例分析作業流程說明

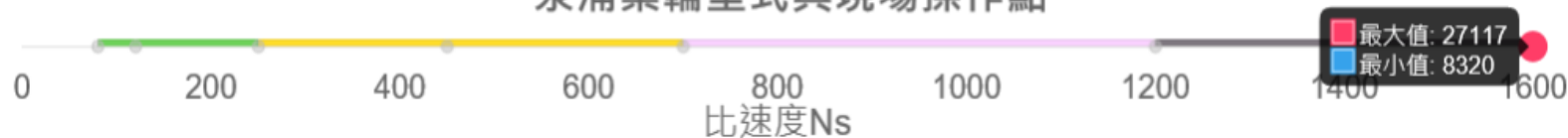
比速度 $N_s = \frac{N\sqrt{Q}}{H^{3/4}}$

其中

N為轉速(rpm)、Q流量(m³/min)、H揚程(M)

- 依泵輸出監控點位(Q/H)，計算比速度大於1600。
- 核對該泵葉輪型式為軸流式與分析相符。

泵浦葉輪型式與現場操作點



依泵輸出監控點位(Q/H)，計算比速度。
顯示運轉期間範圍數值，於上圖。



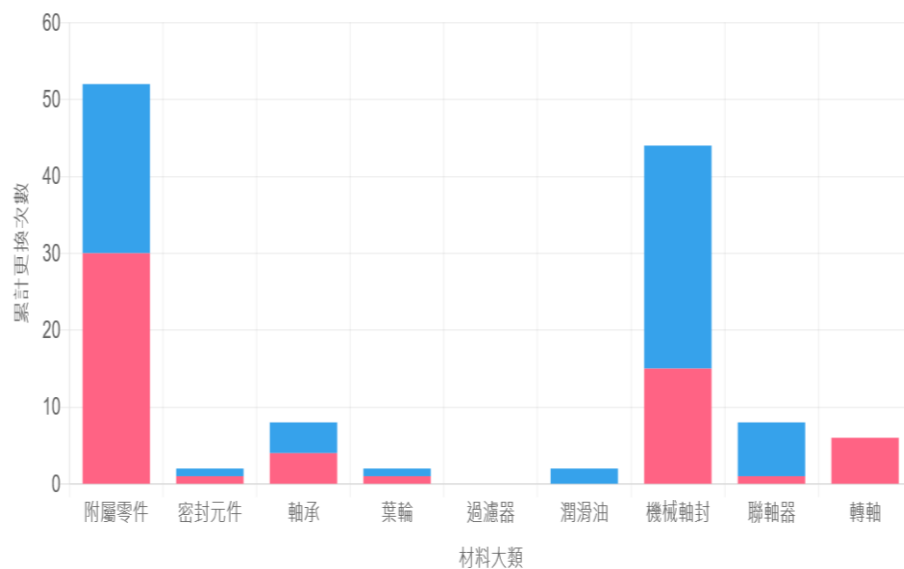
異常通知
異常診斷
保養規劃
執行
檢討改善



泵智慧診斷實例分析作業流程說明

進行近一年泵修繕用料履歷分析，進行分析研討，主要異常為**機械軸封磨損異常**，擬定修繕計劃。

泵修繕用料分類統計



修復組件異常分析 P-116B泵

| 項次 | 異常組件 | 異常組件名稱 | 單數 |
|----|------|--------|----|
| 1 | BHO | 軸承箱 | 1 |
| 2 | COU | 聯軸器 | 1 |
| 3 | MSE | 機械軸封 | 2 |

| 項次 | 異常機制 | 異常機制名稱 | 單數 |
|----|------|--------|----|
| 1 | 1.1 | 洩漏 | 1 |
| 2 | 2.4 | 磨損 | 3 |

設備用料統計

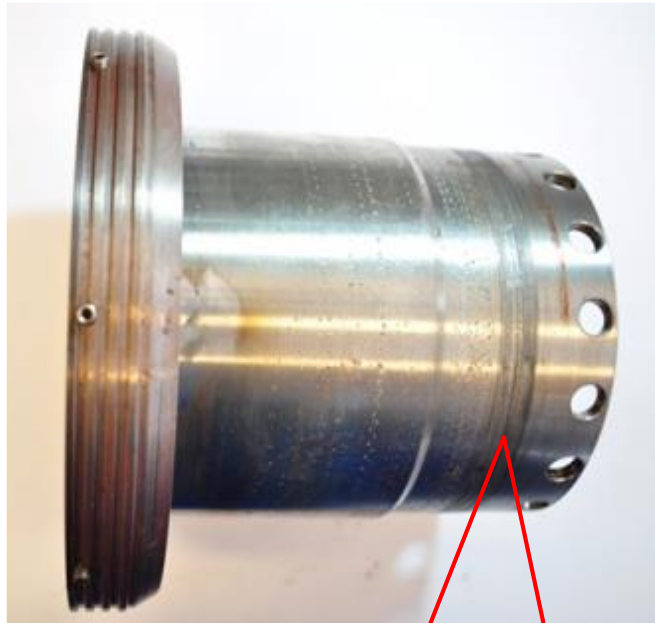
有領料明細 總表

| 項次 | 材料編號 | 品名規格一 | 主機代號 | 領料明細 |
|----|----------|----------------------|------|------|
| 1 | BEABEJ35 | 軸承 7315 BECBM (SKF) | | |
| 2 | BEABEQ66 | 軸承 6218 | | |
| 3 | BEABEQ67 | 軸承 6218 (FAG.SKF) | | 🔍 |
| 4 | BEABEQ69 | 軸承 6218 C3 (FAG.SKF) | | |
| 5 | BEABFS45 | 軸承 7315 BEGAY (SKF) | | |

| 項次 | 材料編號 | 品名規格 | 單位 | 平均單價 | 領用總數量 | 單數 | 領用週期 | 明細 |
|----|----------|---------------------|----|---------|-------|----|------|----|
| 1 | BEABEQ67 | 軸承 6218 (FAG.SKF) | PC | 882 | 2 | 1 | | 🔍 |
| 2 | RINMX952 | 機械軸封維修包"JOHN CRANE" | ST | 112,000 | 2 | 1 | | 🔍 |
| 3 | RINMXK84 | 機械軸封"JOHN CRANE" | ST | 310,000 | 2 | 2 | | 🔍 |
| 4 | RINOS380 | 特殊型封油環 迷宮式 | PC | 8,285 | 2 | 1 | | 🔍 |

異常通知
異常診斷
保養規劃
執行
檢討改善

泵智慧診斷實例分析作業流程說明



- 經拆解機械軸封發現軸封本體有多處損傷。軸封面有不正常接觸磨痕，且有乾磨。
- 研判異常原因為軸封潤滑不足導致高溫摩擦現象。



異常通知

異常診斷

保養規劃

執行

檢討改善

泵智慧診斷實例分析作業流程說明

- 針對鍋爐水之高溫與高壓環境下，洽專業廠商共同研討重新設計對應鍋爐水專屬軸封及軸封沖潤系統，延長設備使用年限。
- 新軸封特性
 - 1) 一般O-ring 長時間受高壓推擠容易產生材質變形，最後失效開始洩漏。特殊U-ring 設計，當製程側產生壓力變化時，**U-ring 可有效承受高壓並使軸與轉動環保持一致性軸封面接觸**。
 - 2) **高硬度、耐化學腐蝕並具有高彈性系數**之碳化鎢(Tungsten carbide)**轉動環**，降低軸封面扭曲與變形，減少洩漏風險。
 - 3) 重新設計轉動環並配合plan 23，**增加冷卻效果同時減少能源損耗**。
 - 4) **熱虹吸作用** - 即使泵浦未運作情況下仍可**自行循環持續冷卻軸封**。

異常
通知

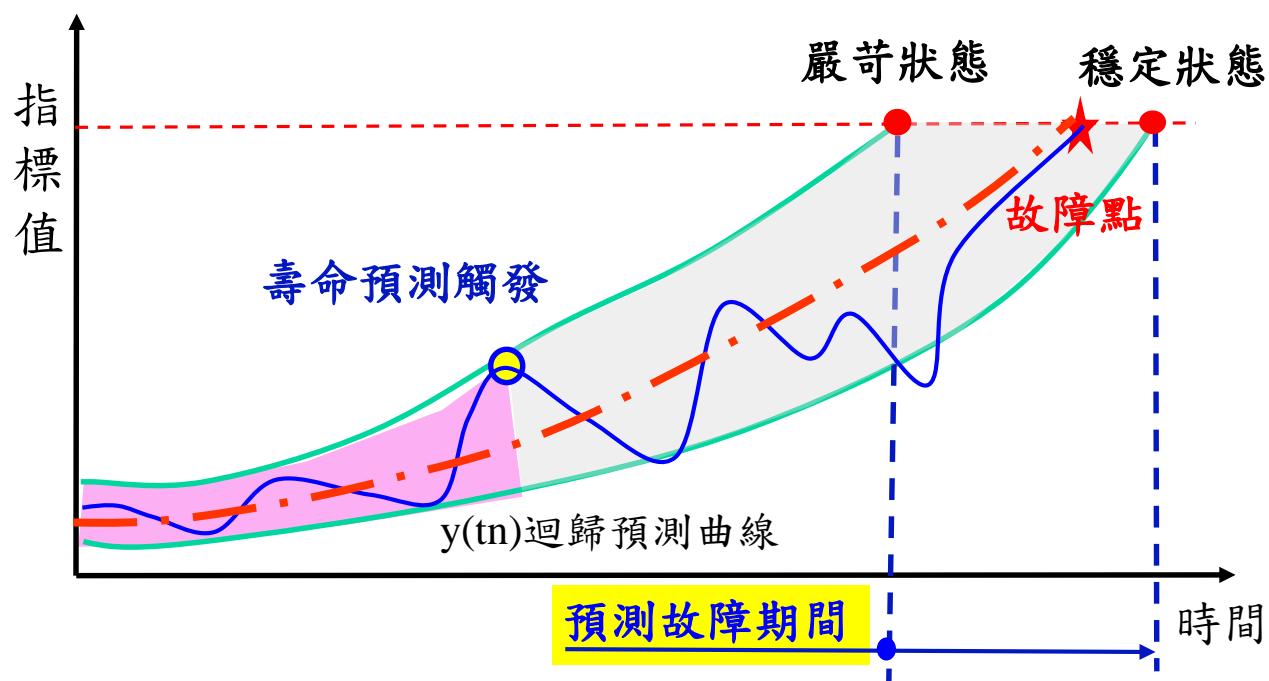
異常
診斷

保養
規劃

執行

檢討
改善

設備壽命預測概念

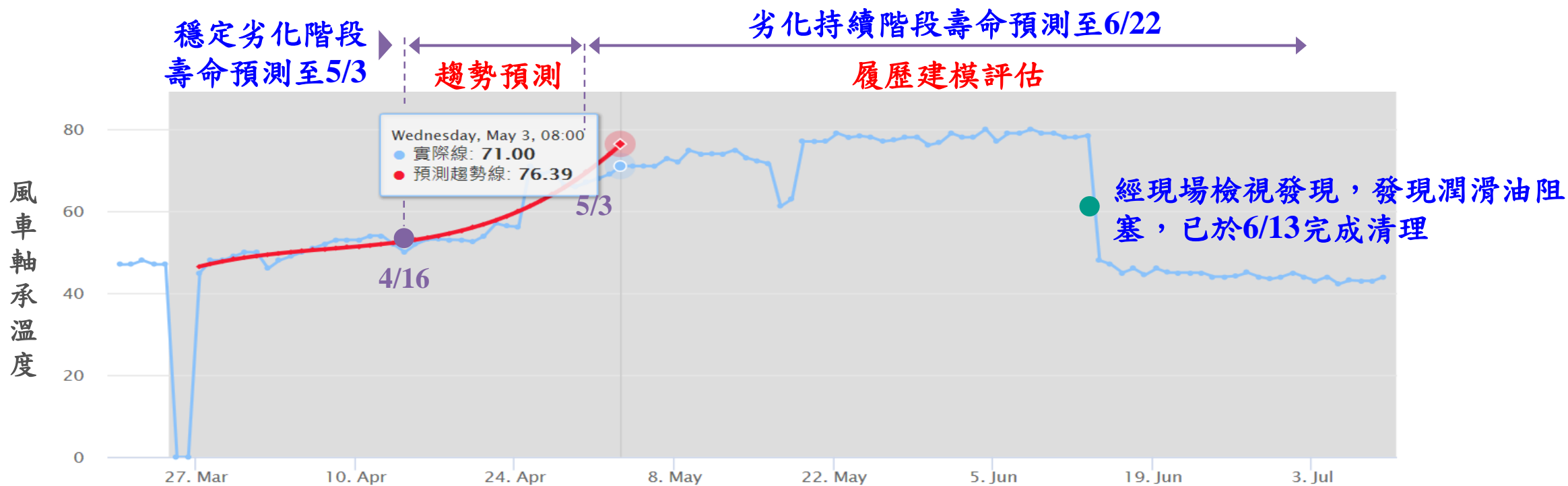


1. 從履歷事件建立樣板，給定推估趨勢線趨勢、權重找到最佳預測趨勢線。
2. 監控資訊較完整設備採兩階段設備狀態預測壽命。
 - a. **嚴苛狀態預測壽命**: 以現監控狀態快速演變劣化加劇模式進行預測。
 - b. **穩定狀態預測壽命**: 加速劣化維持長時間狀態模組預測壽命

轉機智慧監診壽命預測實例

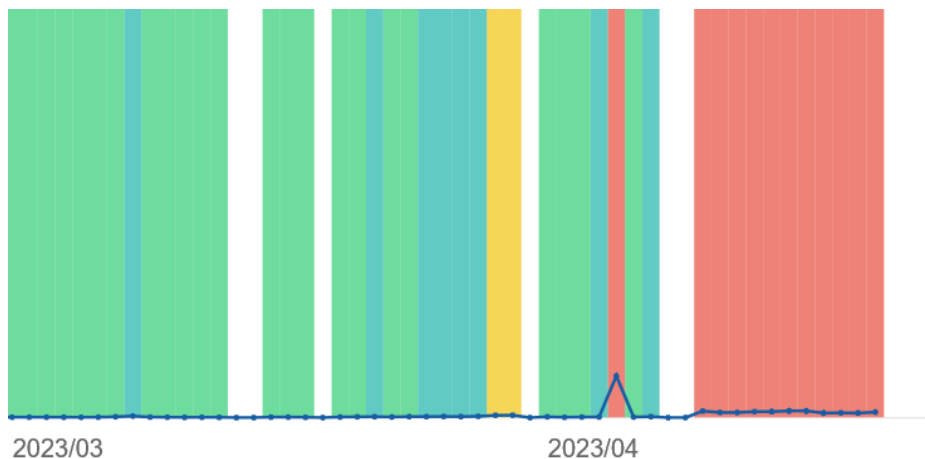
風車

- 1.系統於4/16觸發預測壽命預估至5/3可達到軸承溫度警戒值，5/4設備進入穩定階段壽命預測，預測壽命將至6/22。
- 2.經現場診斷發現軸承潤滑油管阻塞，於6/13完成清理後則系統恢復正常。



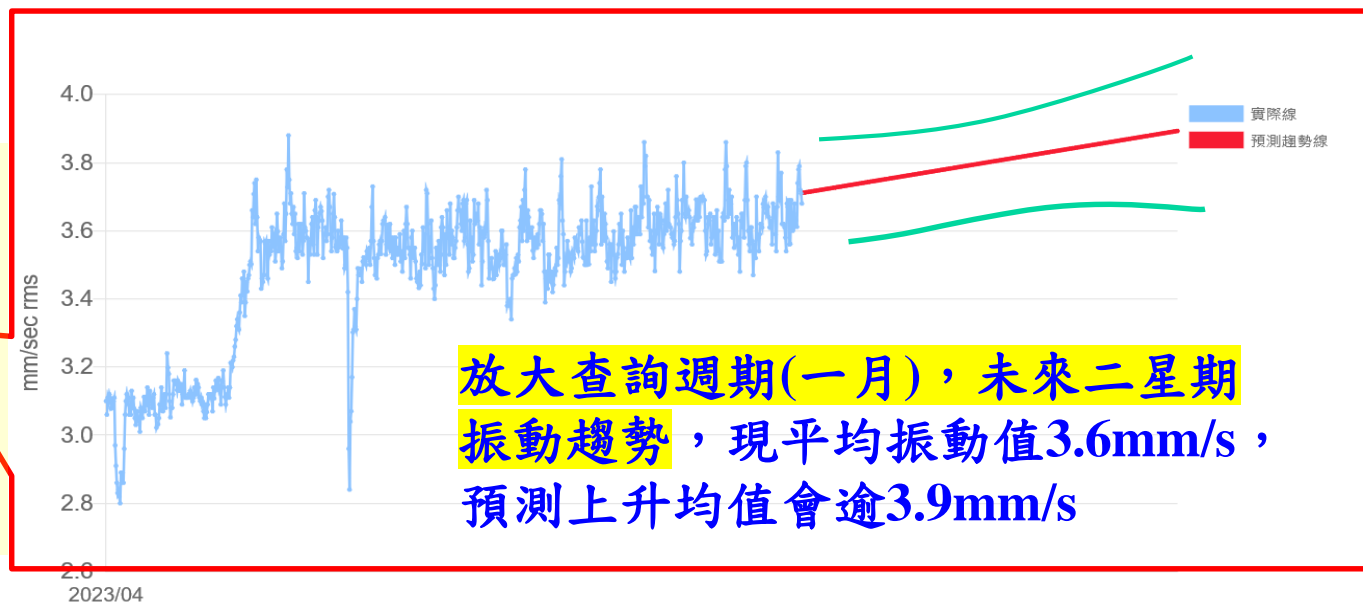
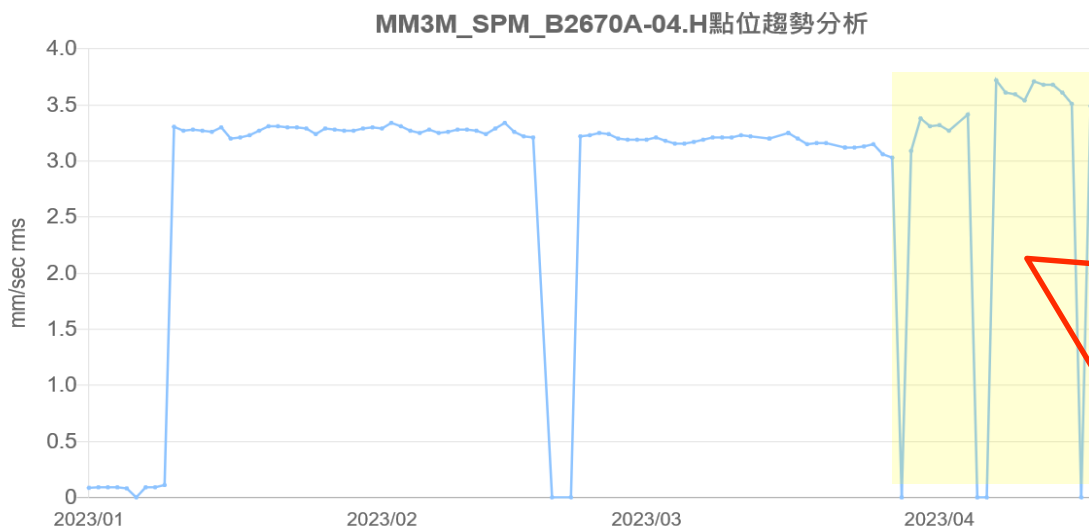


轉機智慧監診劣化趨勢預測實例



壓縮機

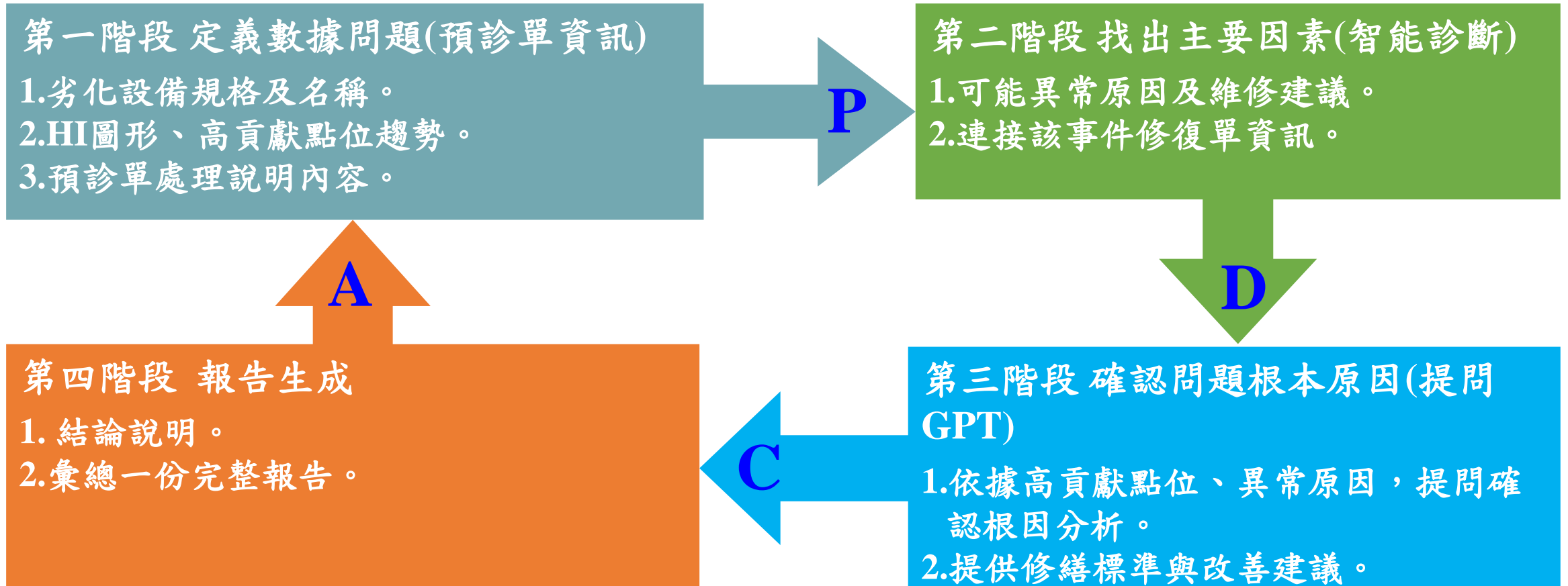
1. 壓縮機已連續多日觸發即將故障異常。
2. 依據高貢獻點位查核點位劣化趨勢圖，預期近一月振動趨勢圖上升鄰近異常。





AI鑑別設備異常原因及GPT自動生成維修報告

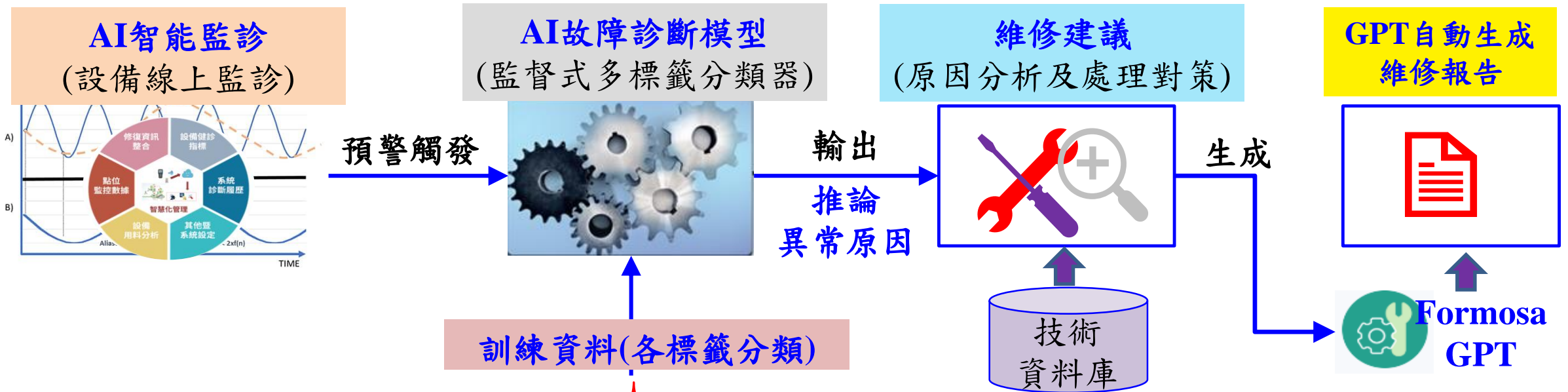
- 發展AI智能異常原因診斷模型與GPT語意分析能力，自主開發自動生成維修報告功能。
- 實現“中西醫聯合會診”保養模式：
 - “西醫”模式：通過量化資料（如傳感器數據特徵）進行精準數據診斷分析。
 - “中醫”模式：基於故障現象與知識庫推理，提供可能故障原因與處理對策。





AI鑑別設備異常原因及GPT自動生成維修報告-系統架構

- 藉由整合量化分析與知識推理，達到精準分析診斷設備異常加速故障處理流程，並以自動生成維修報告降低人為作業負擔。

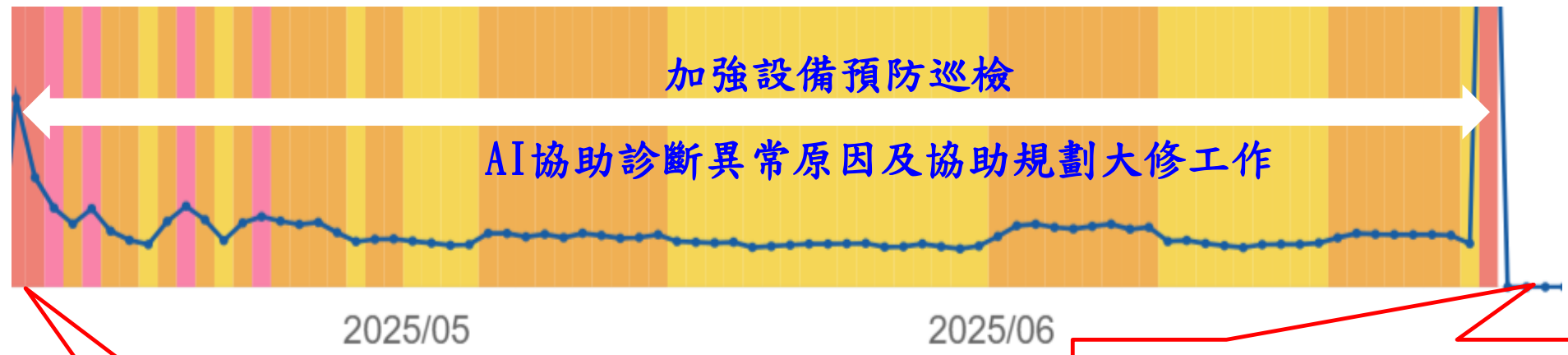


| AI預診單 | | 設備異常表徵 | | 振動訊號分析 | 對應因果 |
|-------|-----------|---------|------|--------|-------------------------|
| 轉機監診 | 預診單專人現場診斷 | 異常開立修護單 | | 頻域訊號特徵 | 人工標註(修護履歷) 異常原因及處理對策 |
| 高貢獻點位 | 處理對策關鍵字 | 異常原因 | 開單說明 | 可能原因 | |
| 分類1 | 分類2 | 分類3 | 分類4 | 分類7 | |

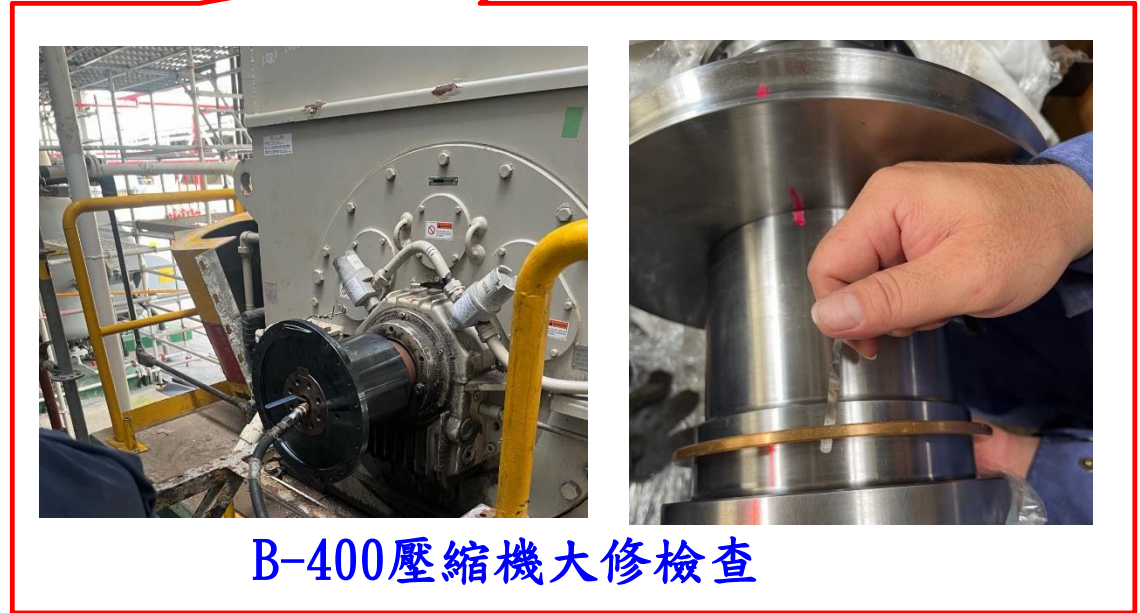


AI鑑別設備異常原因及GPT自動生成維修報告-實例說明

案例:B400氣體壓縮機異常原因智慧診斷及維修建議



4/15觸發嚴重劣化，經重新對心設備振動仍偏高，擬安排7月歲修拆檢。





AI鑑別設備異常原因及GPT自動生成維修報告-實例說明

AI智能監診暨故障診斷說明因自動診斷結果說明

| 監診設備組件 | AI監診說明:異常觸發高貢獻監測點位 | AI鑑別異常原因 |
|--------|---|----------|
| 壓縮機馬達 | 線圈溫度,馬達電流 | 馬達無異常 |
| 壓縮機本體 | 後軸承振動(非驅動端),本體振動,前軸承振動(驅動端),後軸承溫度(非驅動端) | 壓縮機軸承異常 |

異常原因分析與建議處理對策

| 軸承異常可能原因 | | 建議處理對策 |
|----------|----------------------|--|
| 1 | 溫度錶不正確 | 更換潤滑油溫度錶。 |
| 2 | 油品之狀態不佳或髒汙或黏著沉積在軸承之內 | (1)換油 (2)檢查及清潔潤滑油之過濾器或濾芯 (3)檢查及清潔軸承 (4)與油品供應商確認油品是否正確，視情況進行油品分析。 |
| 3 | 至潤滑油冷卻器之冷卻水流量不足 | (1)增加冷卻水供給流量 (2)檢測冷卻水入口/出口溫度。 |
| 4 | 潤滑油冷卻器之油側或水側髒汙 | 清洗或更換適當潤滑油冷卻器。 |
| 5 | 軸承之潤滑油的流量不足 | (1)參考第2項改善對策 (2)若壓力為良好狀況時，檢查潤滑油流至此已受影響之軸承是否阻塞情形。 |
| 6 | 軸承磨損 | (1)更換軸承 (2)軸承潤滑油未建立良好條件 (3)探討軸承受損原因並改善。 |
| 7 | 油品黏度過高 | 確認油品是否正確，視情況進行油品分析。 |
| 8 | 軸承的間隙太小 | 檢查調整正確的軸承間隙。 |
| 9 | 潤滑油中含有水份 | 檢修冷卻器等洩漏及更換新油。 |
| 10 | 轉軸於軸頸軸承位置表面過於粗糙 | (1)以油石或鍍鉻板整修軸頸軸承 (2)更換轉軸。 |



AI鑑別設備異常原因及GPT自動生成維修報告-實例說明

- 1.離心式壓縮機AI診斷設備為劣化現象、後軸承振動及軸溫偏高。 **AI診斷內容**
- 2.現場初步診斷為本體軸承溫度偏高，擬安排大修檢查。 **預診單回覆+AI異常原因診斷**
- 3.實際修繕內容為執行大修。 **現場診斷後擬定處理方式**

請協助分析軸承溫度偏高異常原因，以及執行大修檢查應檢核項目。

問題分析



> 思考過程

下面依據您提供的狀況（離心式壓縮機：AI判定為劣化現象、後軸承振動及軸溫偏高；現場初步判斷為本體軸承溫度偏高；實際處置為執行大修）整理「可能原因分析」與「大修（拆檢）應檢核項目與程序」，並依重要性排序以利現場執行與判斷。

一、可能原因（優先順序、每項皆可單獨或複合發生）

1. 潤滑問題（最常見）

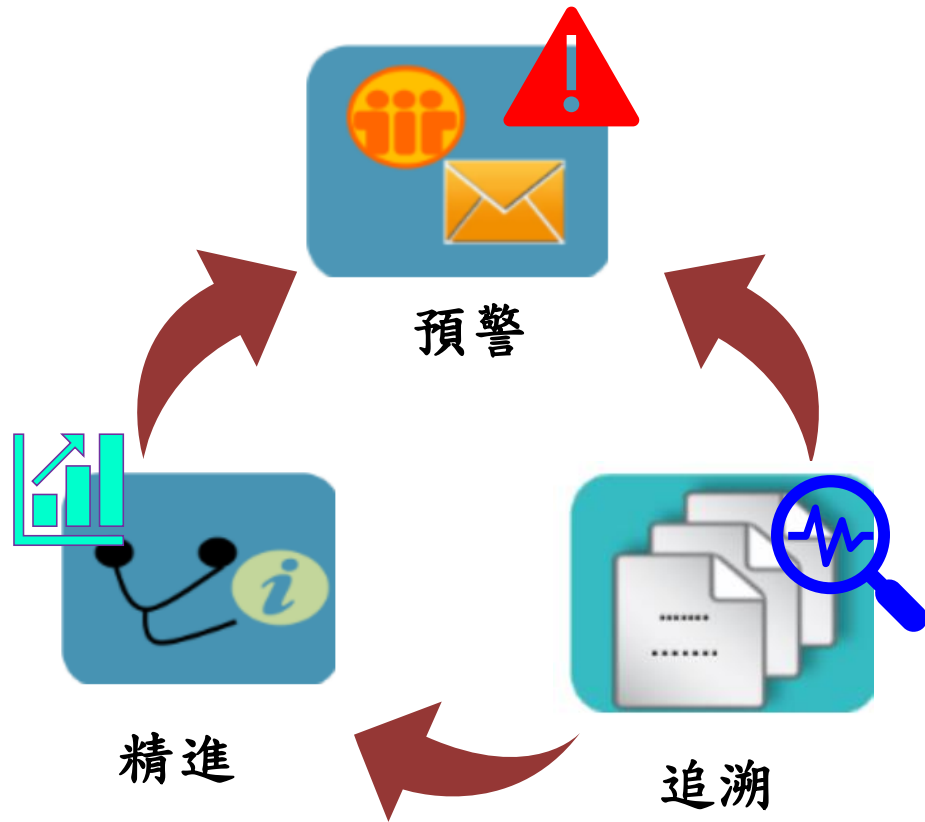
- 油量不足或油壓不足（油泵、濾網堵塞、油道阻塞、油位過低）。
- 潤滑油污染（固態顆粒、金屬屑、水分、冷媒或乳化），造成油膜破壞與磨損。
- 油品劣化（黏度改變、酸值升高、沉澱物/油泥）。

轉機智能監診系統分析比較

- 業界轉機監診系統為相當技術成熟之產品，對於設備異常診斷有相當大助益。
- AI診斷系統並非取代任何監控系統，而是彌補監控系統之不足。

| Item | AI System | Monitoring System |
|------------|--|---|
| 分析與研判 | AI 演算 | 訊號處理及頻域分析 |
| 異常事件觸發機制 | 由履歷資料收集整合設備相關參數建立AI模型，藉此診斷設備劣化情形。 (多參數分析) | 每一個點位/參數設定上下界線警報值。 |
| 診斷獲得資訊 | 可得知現況與未來設備劣化狀況。 | 僅能得知設備目前狀況 |
| 趨勢分析 | AI可協助預測設備劣化情形(RUL壽命預測) | 無趨勢分析，採人工定時關心。 |
| 設備異常原因鑑別分析 | 結合大型語言模型、專家系統，發展智能診斷系統，協助設備分析改善。 | 應用系統可視化資訊(例分析頻域分析、軌跡圖、磨潤分析)，搭配專家進行資料解讀。 |

從「精準預測」到「預測精準」



- 「預測」不是在於追求是非精準，而是在估算事情發展的機率。有了精確的機率，才更有可能做出有利的決策，有了正確的決策之後，預測的結果也才會更好
- 精準的「預測」，可以避免錯誤的決策、減少混沌的干擾、建立思考的模式以及迎接成功的契機。

- 1)劣化事件預警：AI模型預診異常。
- 2)歷史資訊追溯：系統完整記錄AI模型版本、期間、模型偏移原因等參數。
- 3)預測方法精進：模型性能評估分析後，進一步調校模型，或重新選定AI演算法。



三、智能化保養維運實例介紹

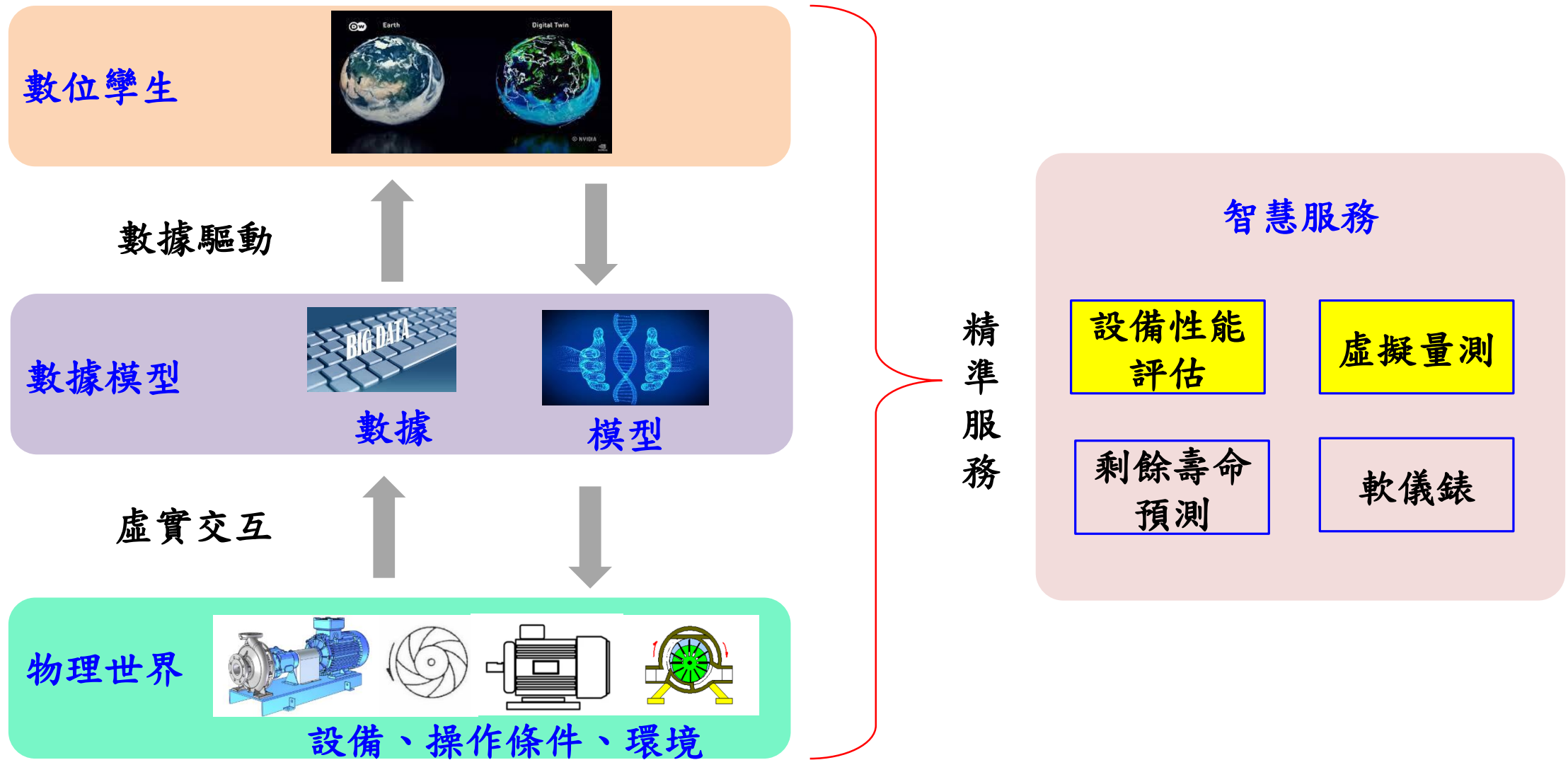
Machine + Environment 融合



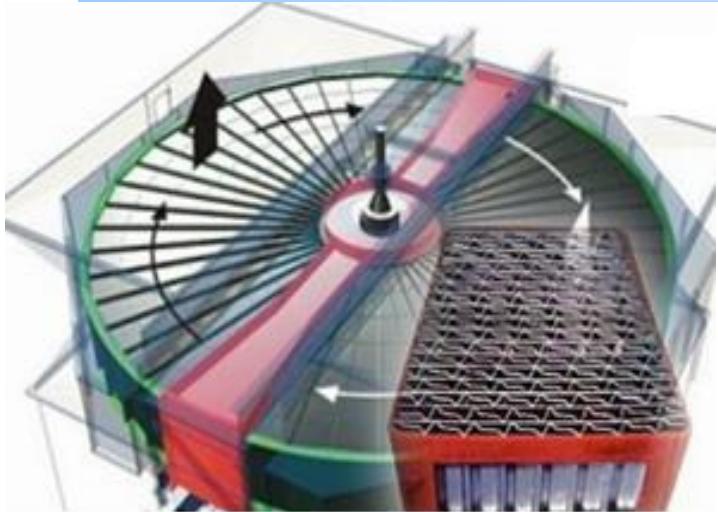
智能化保養維運實例介紹 (設備數位孿生應用)



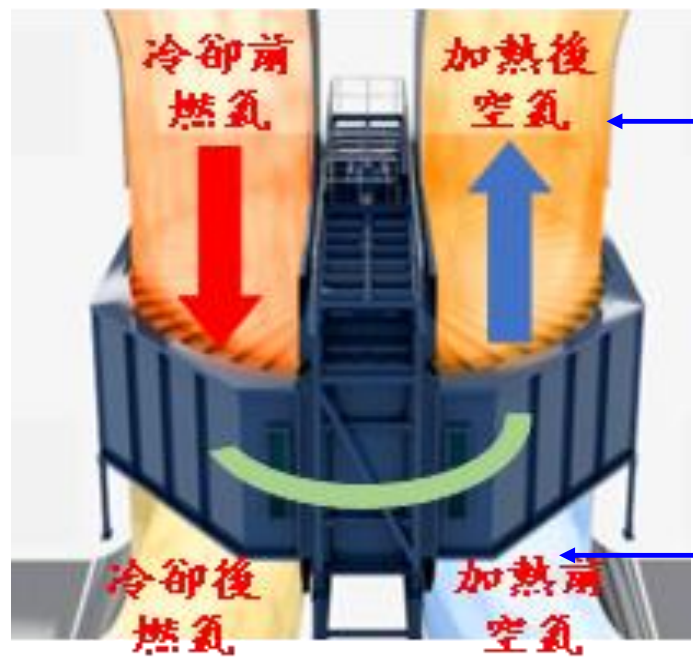
設備數位孿生系統建立



設備性能評估—最適化濾網拆保養



- ▶ 燃氣式空氣預熱器**GAH**(Gas Air Heater)其構造為，一邊連接鍋爐出口燃氣，另半邊流通冷空氣，透過持續轉動熱交換片因將熱能源源不絕帶往冷空氣側，達到**空氣預熱與燃氣熱能回收**效果。



實體壓力
差量測

AI推估
壓力差

應用AI模型建立模擬推估預測燃氣差值：

- 1.提供最佳化操作參數調整與濾網拆清最適時間。
- 2.與實體壓力錶進行比對，提升儀器可靠度。

設備性能評估—最適化濾網拆保養

| 儀表類別 | 特徵重要度 | 說明 |
|------|-------|---------------|
| 溫度計 | 低 | SAH出口空氣溫度 |
| 溫度計 | 中 | GAH入口空氣溫度 |
| 溫度計 | 低 | GAH出口空氣溫度 |
| 差壓計 | 高 | GAH空氣側差壓 |
| 溫度計 | 低 | 爐膛溫度(C) |
| 溫度計 | 低 | GAH入口燃氣溫度 |
| 溫度計 | 高 | GAH出口燃氣溫度 |
| 電流計 | 無 | GAH MOTOR 電流 |
| 分析儀 | 無 | 燃氣含氧量控制 |
| 溫度計 | 中 | GAS至IDF溫度 |
| 電流計 | 無 | 礙子加熱器電流信號 |
| 回授器 | 微 | 氨水控制閥開度 |
| 流量計 | 中 | 氨水入料至氨水蒸發器量 |
| 流量計 | 中 | 氨水入料空氣量 |
| 溫度計 | 中 | 氨水蒸發器input溫度 |
| 溫度計 | 高 | 氨水蒸發器output溫度 |
| 壓力計 | 低 | 氨水壓力 |
| 流量計 | 高 | 總煙氣量 |
| 流量計 | 中 | 鍋爐總煤量 |
| 分析儀 | 微 | 不透光率 |
| 分析儀 | 無 | 二氧化硫 |
| 分析儀 | 微 | 氮氧化物 |
| 差壓計 | 高 | GAH燃氣側差壓 |



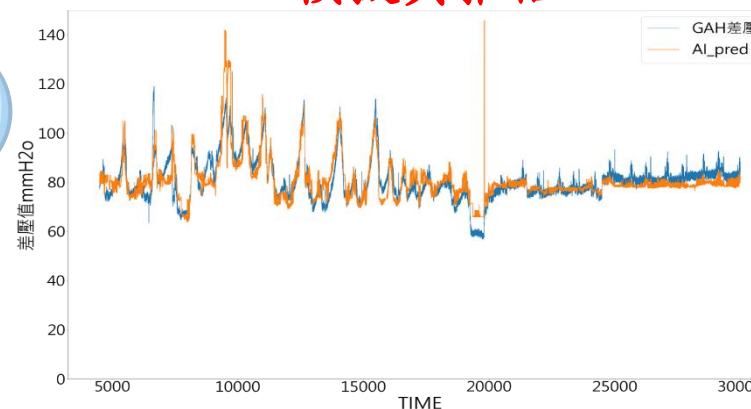
清洗濾網

最佳保養

參數調整

最佳操作

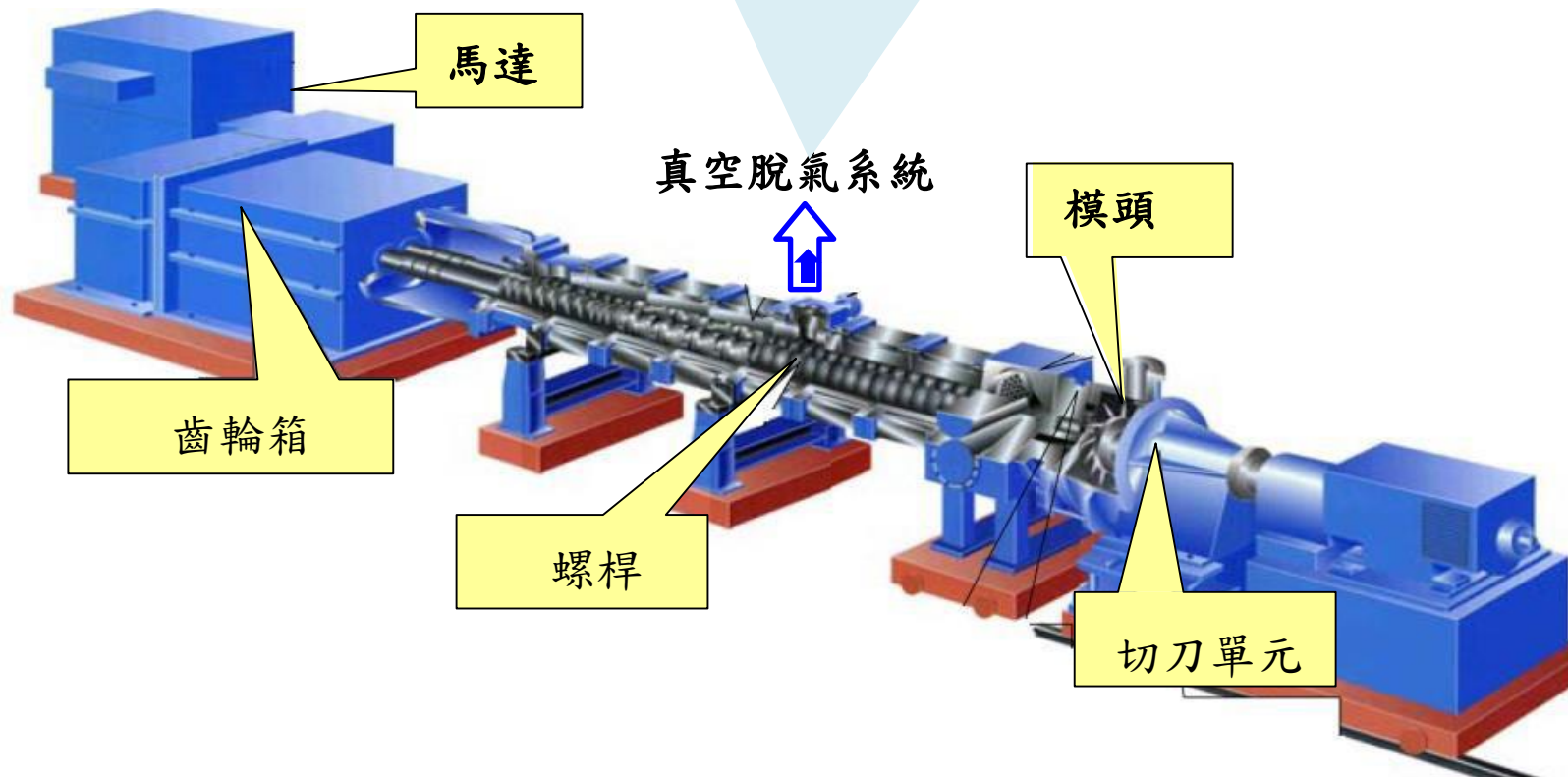
模擬與推估



GAH燃氣側差壓計
檢測值與AI預測值比對

虛擬量測—製粒機真空脫氣系統真空度虛擬量測

- 製粒機在運轉時，內部螺桿會擠壓融化粉體，該過程中粉體產生的有機成分與惰性氣體於真空脫氣系統中被排出。
- 藉由監測操作數據結合AI技術分析各參數值變化，來提前預知設備真空度狀況，進行預防性拆檢，避免設備長時間停機進行人工拆清。

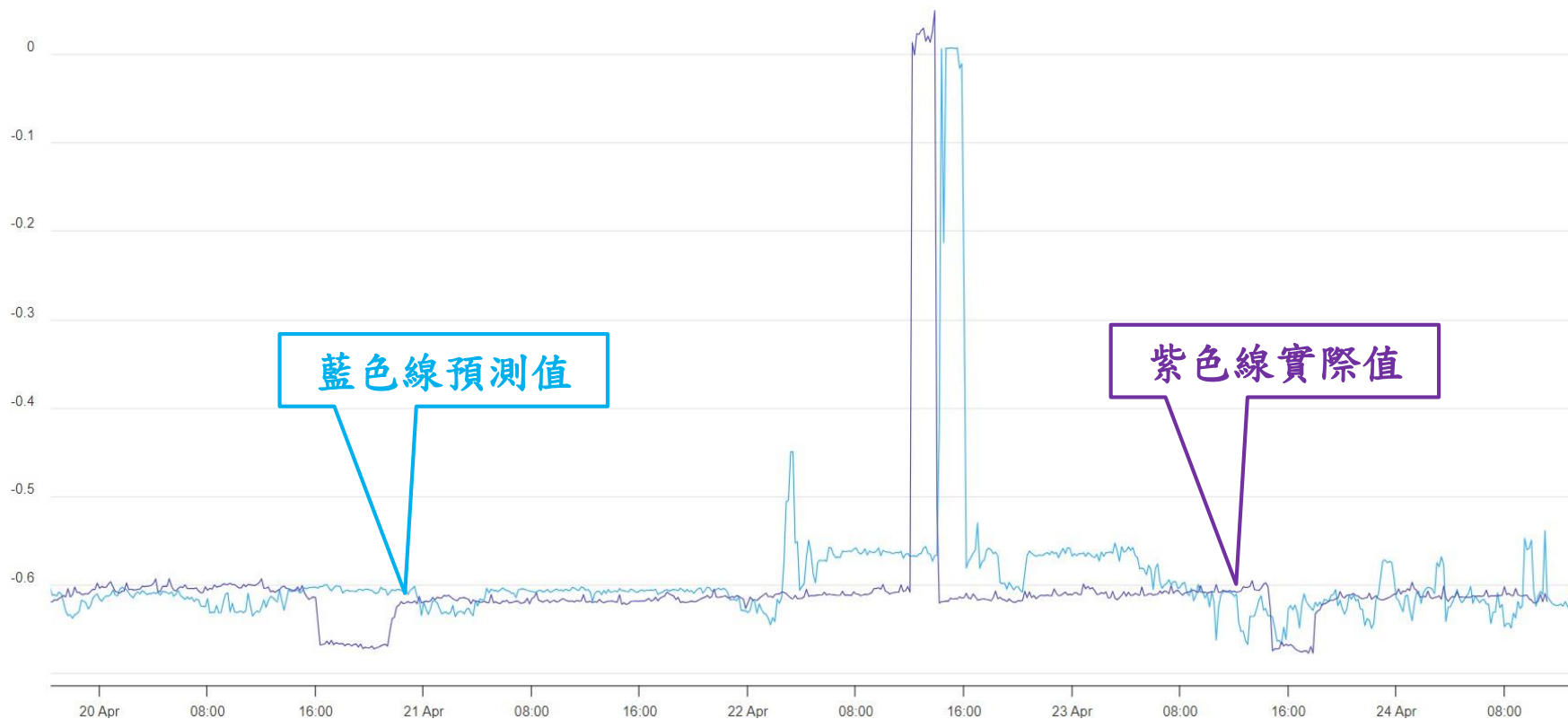




虛擬量測—製粒機真空脫氣系統真空度虛擬量測

數據統計 收集製粒機真空度(預測值)與其他數值如粉體下料量、熔融指數(品別)、濾網壓差、溫度等(如下表)。

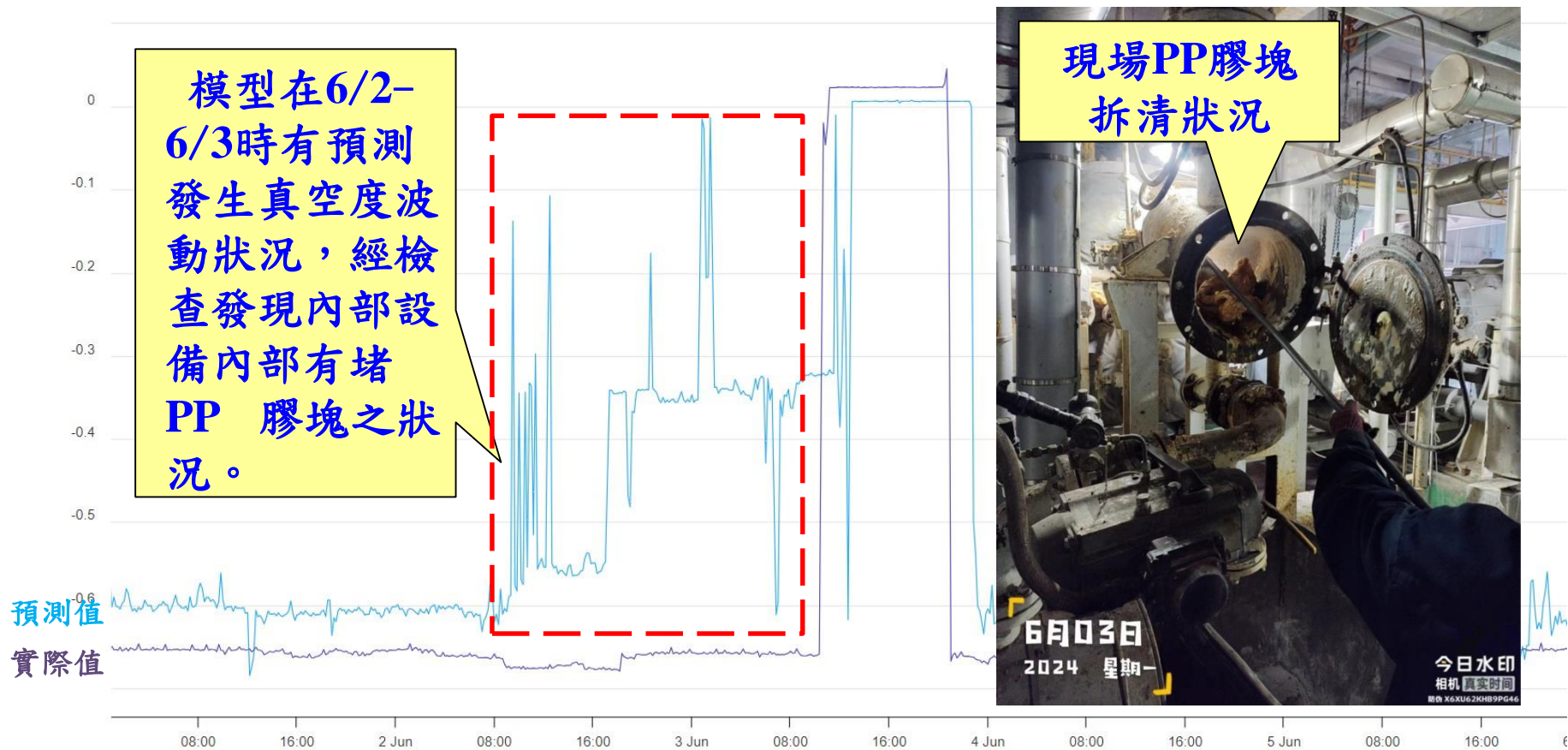
| 說明 | 單位 |
|-------|---------|
| 粉體下料量 | T/Hr |
| 熔融指數 | g/10min |
| 濾網壓力 | Mpa |
| 濾網壓差 | Mpa |
| 缸體溫度 | °C |
| 排放溫度 | °C |



輸入參數

真空度預測值與實際值比較

實例應用說明：



模型導入後階段性應用



三、智能化保養維運實例介紹

Machine + Material融合

4

智能化保養維運實例介紹 (備品最佳化管理作業)

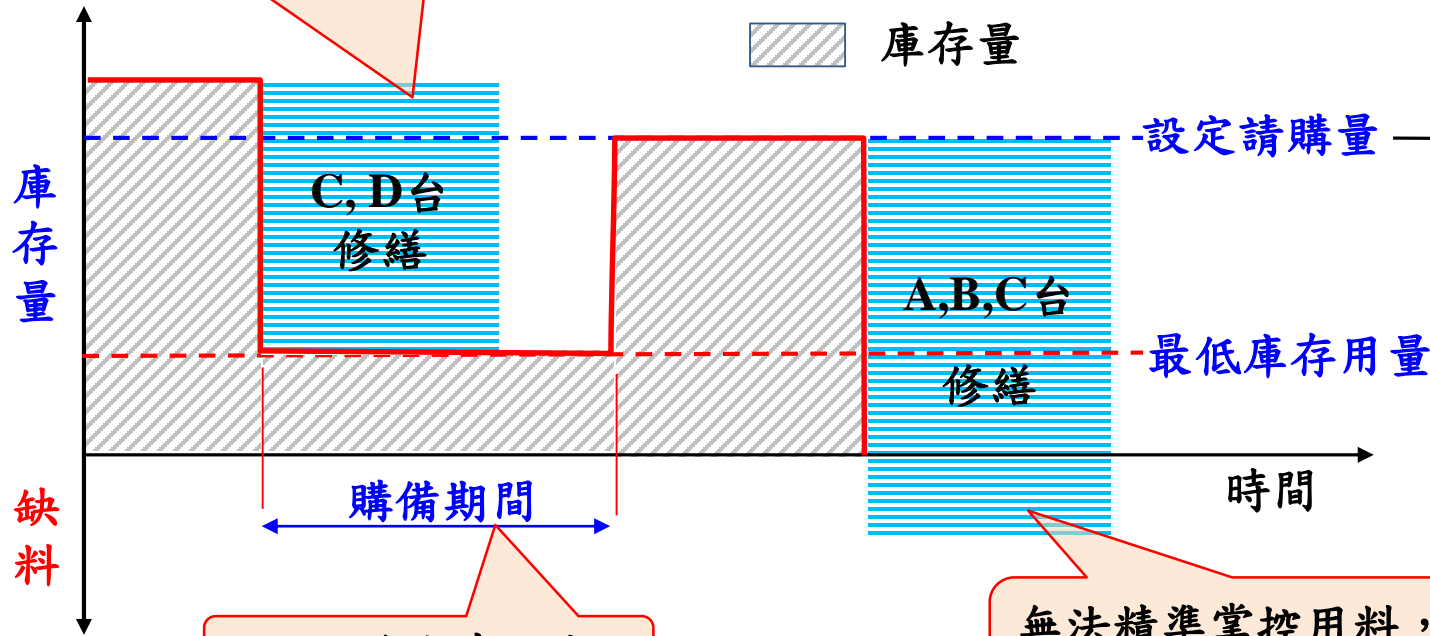




轉機關鍵性備品購備作業面臨與挑戰

Q1 備品與操作/保養需求無關?

用料採定週期設定，未考量製程/保養需求、同備品整合等因素。



以經驗方式設定

無法精準掌控用料，缺料時需耗時查詢與調撥

Q2 備品設定參數如此簡單?

採簡單公式推論用料

以一次修換量 \times (設定請購量天數 \div 修換週期) 設定。

設定請購量天數合約採購30天，內購45天，外購90天。

以 (購備期間用量 + 緊急修換量) 設定

購備期間用量 = 一次修換量 \times 購備期間 \div 修換週期)

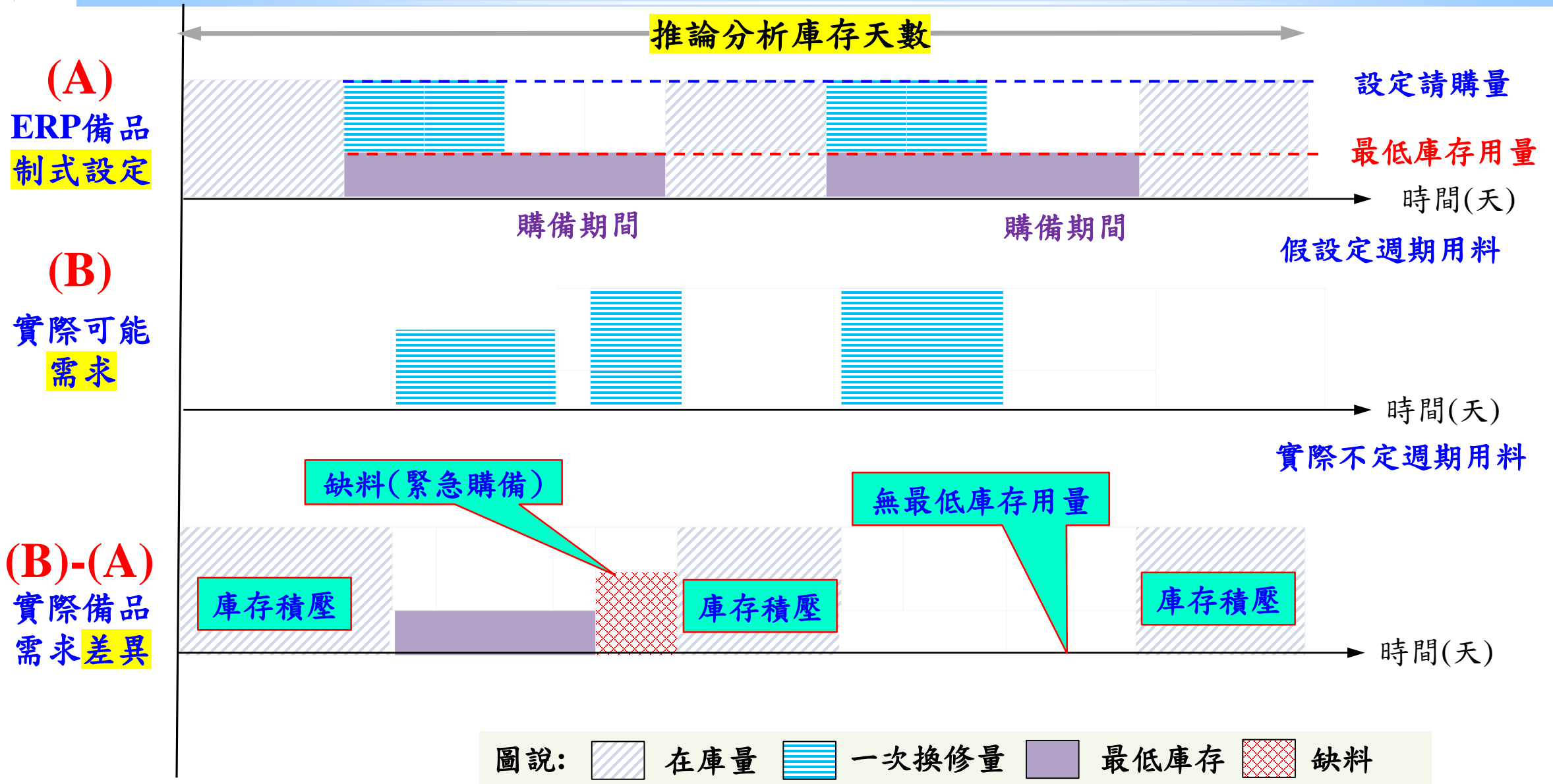
緊急修換量以一次修換量設定。

Q3 購備期間無其他因素影響?

Q4 為何會發生缺料/調料情形?



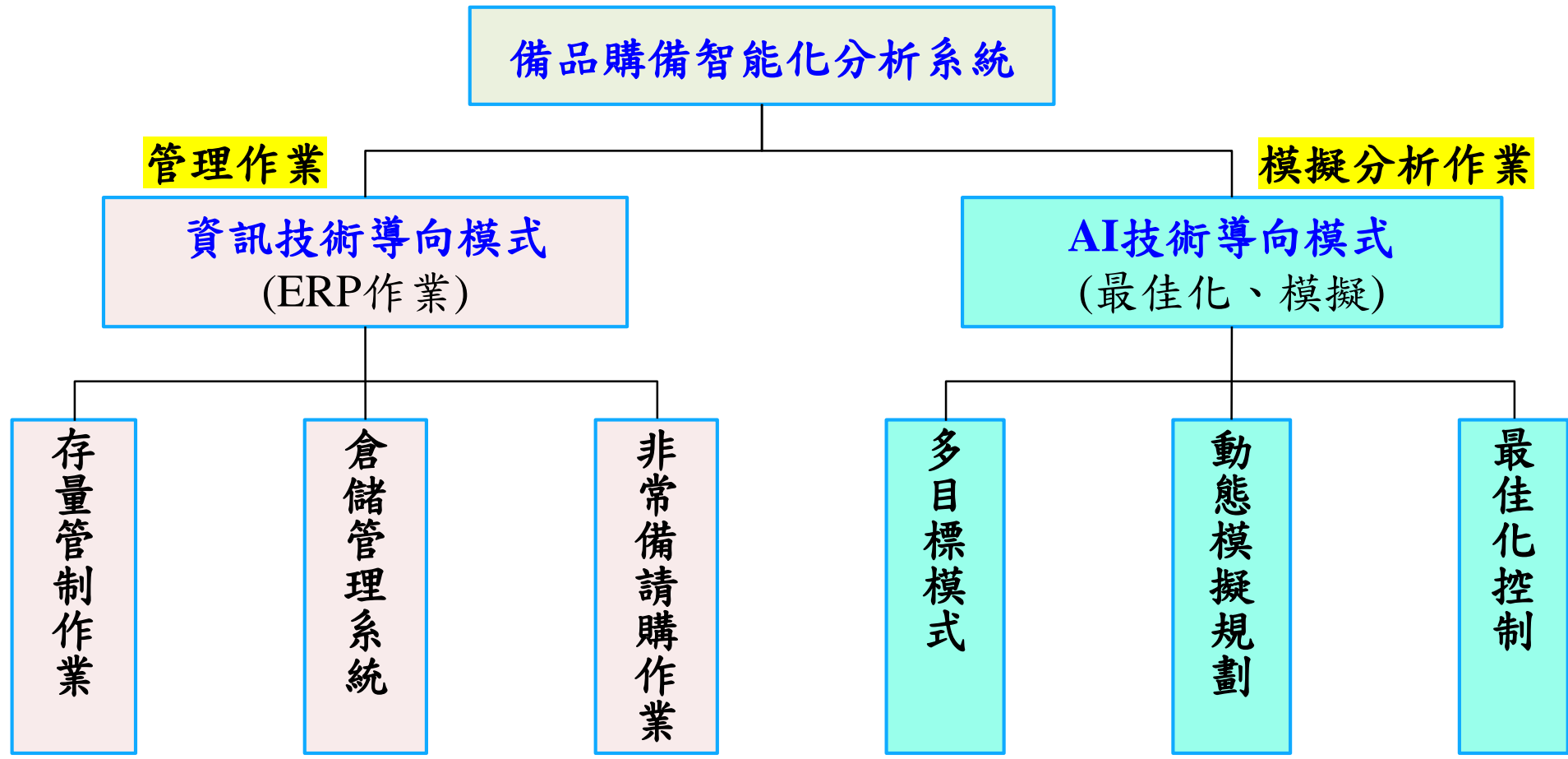
轉機關鍵性備品購備作業面臨與挑戰





AI技術導向轉機關鍵性備品庫存管理方式變革

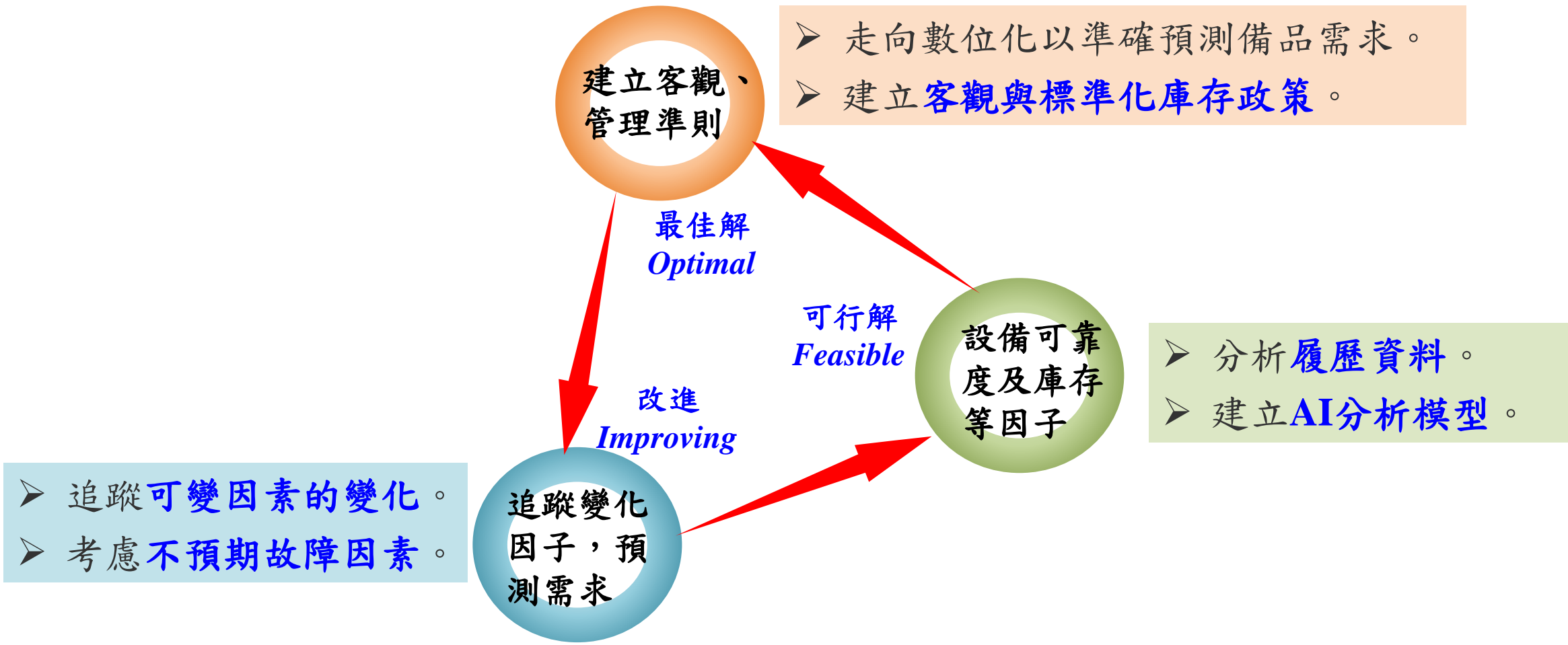
- 目前保養備品作業著重備品管理作業，採固定請購量模式，和固定週期時間模式。
- 整合現況保養備品作業及AI數值驅動分析技術，發展備品智能化管理模式。



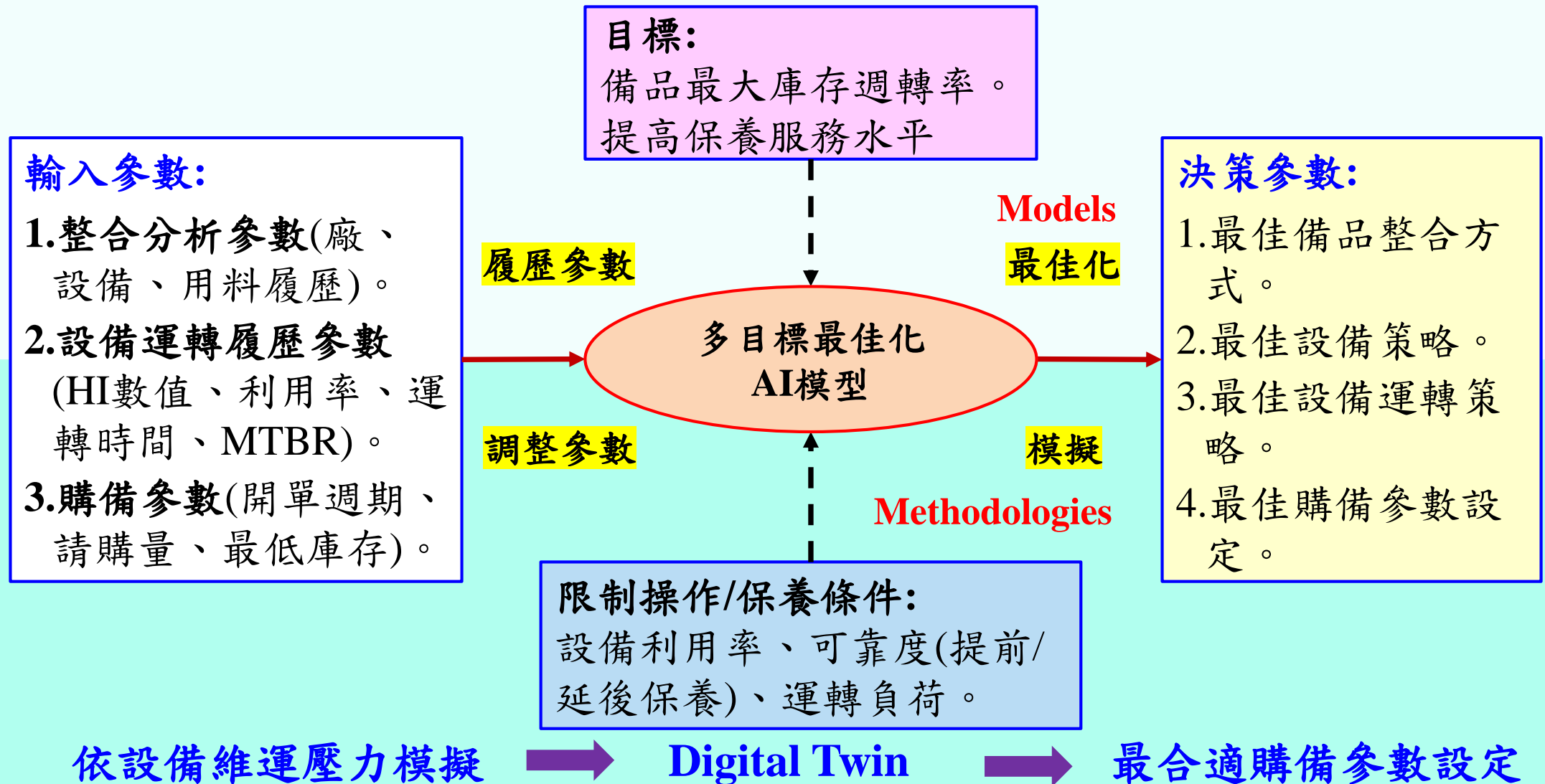


AI技術導向轉機關鍵性備品庫存管理關鍵因素

考量隨機性、多級庫存優化、客制化需求模擬建模，預測需求等因素，開發關鍵性備品智能化分析系統協助保養備料人員制定深思熟慮的庫存策略，提供了傳統備品庫存設定方式無法提供的洞察力。



AI賦能轉機關鍵性備品購備系統核心架構圖





轉機關鍵性備品購備智能化分析-模擬分析案例說明

備品基本資料

設備編號:B-150(低壓丙烯壓縮機) 料號:COUPA873(聯軸器彈簧片)

原備品ERP設定: 開單週期0月 最低存量:0 設定請購量:2 購備天數:161

設備分析限制需求

設備利用率60%以下、運轉負荷率為40%~100%、定保換修週期(至少運轉到60%換修壽命)、以該用料大修週期250天做為推估庫存週期分析

智能化分析結果

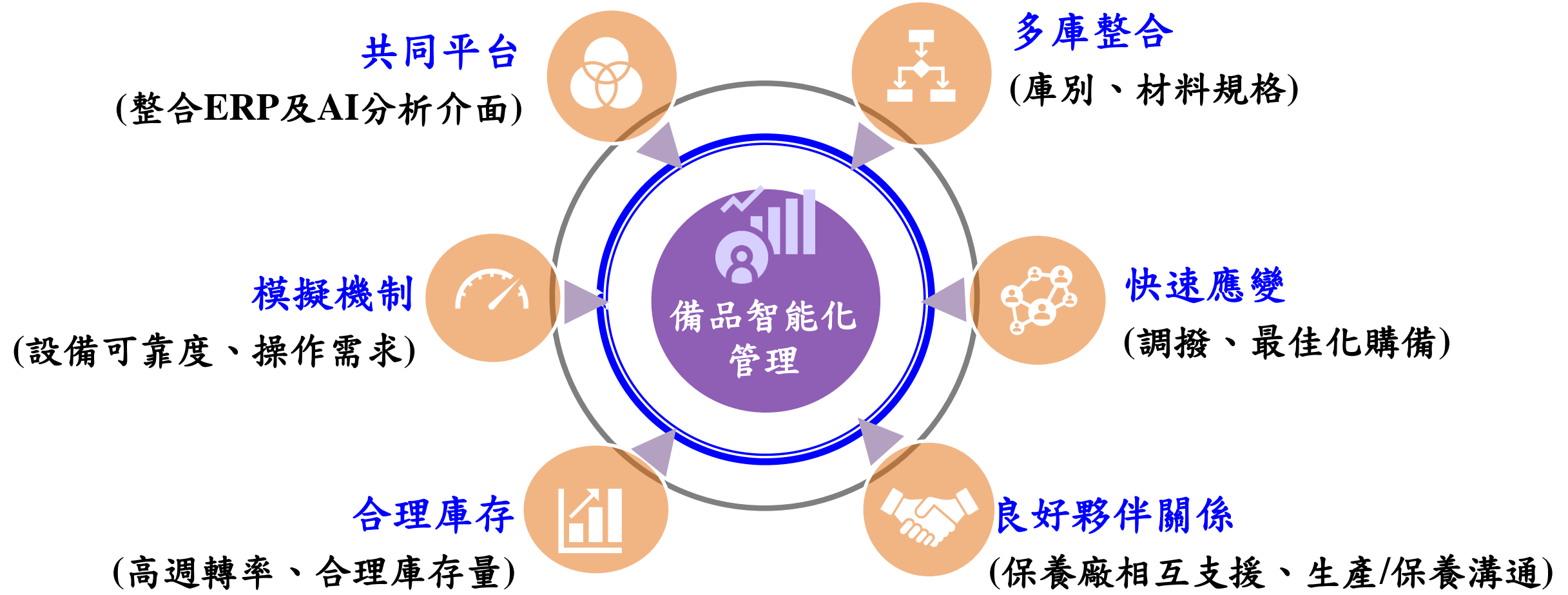
智能化分析結果: 開單週期4月 最低存量:1 設定請購量:3 購備天數:171

分析說明:

- 利用率與負荷在非全載狀況之下，備品開單週期可延長為4月、購備天數增加10天，預期可減少備品積壓成本4月。
- 配合製程停機時間調整用料換修週期狀況之下，最低庫存提升1組、設定請購量為3，可確保設備完整性。



轉機關鍵性備品購備智能化分析系統—結論





四、智能化維修安全管理實例介紹



Man + Method融合

Man + Environment融合



5

智能化保養維運實例介紹 (遠端保養指導及智能監工)

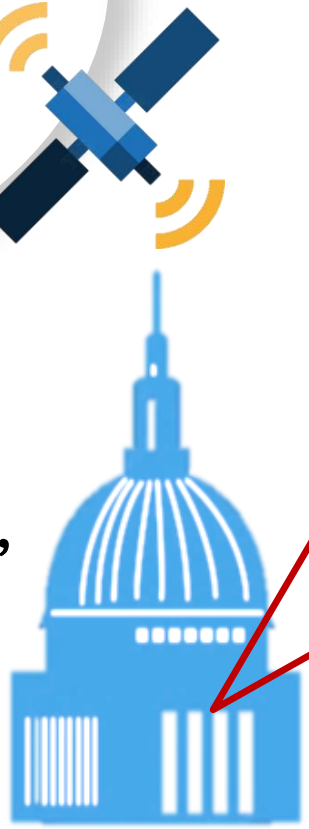
6



超越監視之即時監控系統

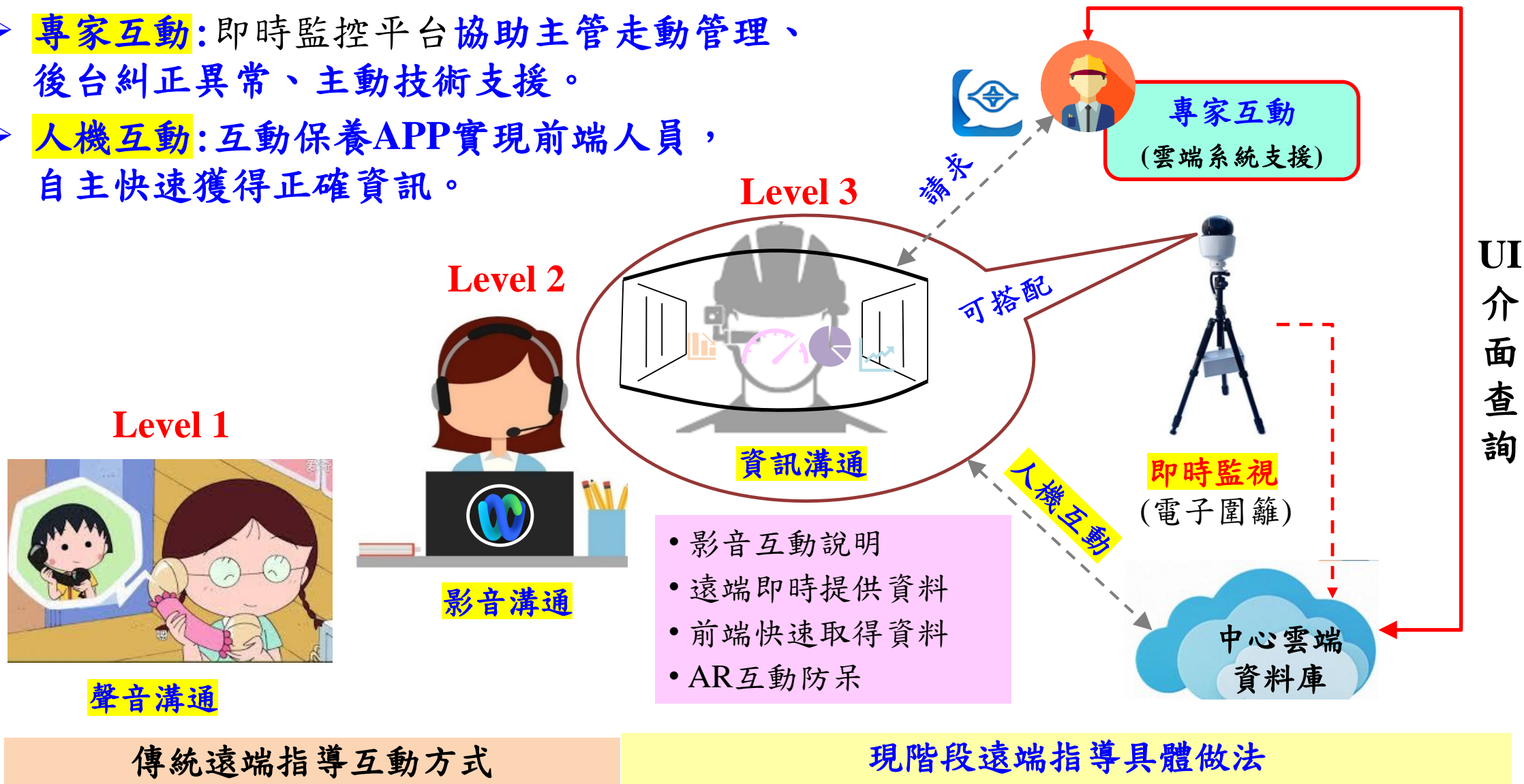


即時監視與快速收集資訊之下，遠端人員可以迅速建構決策支援分析，讓前端人員能正確執行命令。

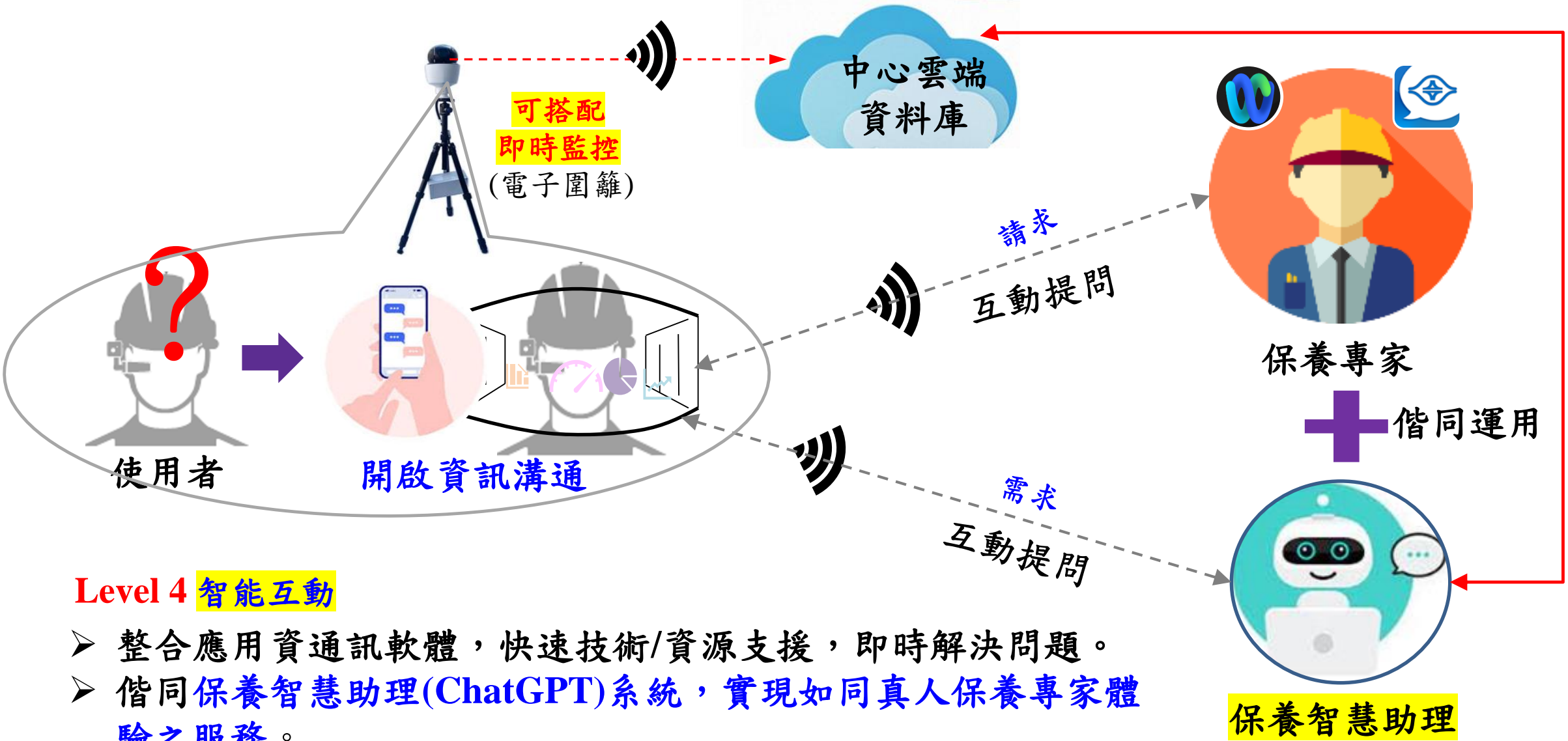


遠端指導保養作業各階段發展

- **專家互動**: 即時監控平台協助主管走動管理、後台糾正異常、主動技術支援。
- **人機互動**: 互動保養APP實現前端人員，自主快速獲得正確資訊。



遠端指導保養作業進一步優化—智能互動



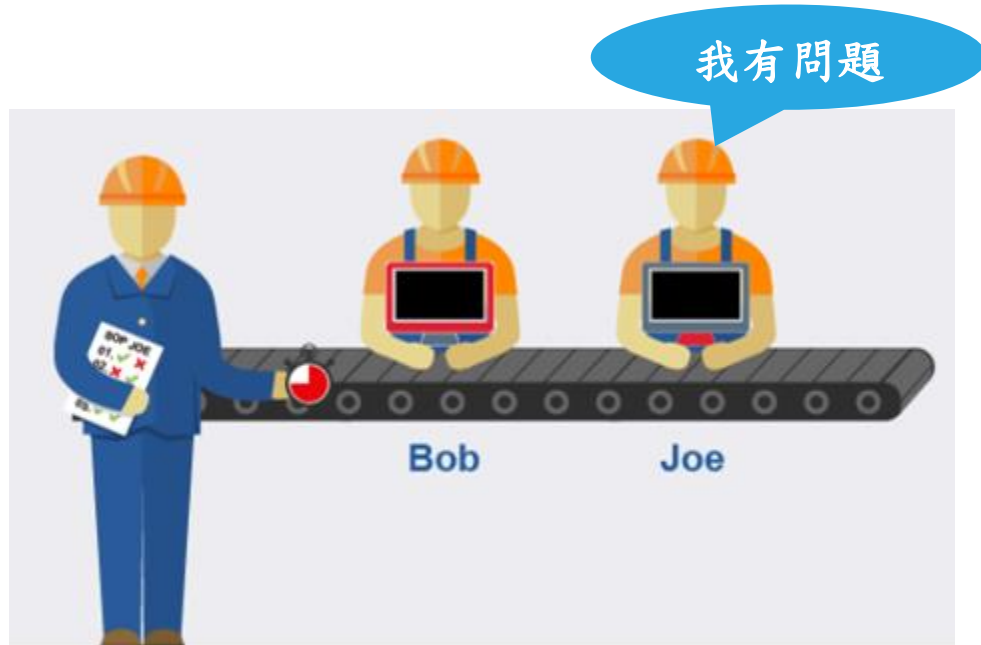
Level 4 智能互動

- 整合應用資通訊軟體，快速技術/資源支援，即時解決問題。
- 偕同保養智慧助理(ChatGPT)系統，實現如同真人保養專家體驗之服務。

遠端指導即時監控平台管理模式

傳統現場管理模式

- 實地走動管理，難以全域性。
- 被動式取得技術支援。
- 發現異常無法快速取得技術資料，進行驗證。



遠端指導保養管理模式

- 後台監控中心協助走動管理(同時1對多)
- 後台糾正異常主動技術支援
- 前端自主快速取得技術支援





遠端指導保養作業應用方式

主動式遠端指導



4G



保養主管/監工

偕同會議



領域專家會診
(多方視訊會議)

遠端指導/動態掌控

被動式遠端指導



重要修繕地點



移動式攝影機
(設定電子圍籬)

4G

保養中心
即時監控平台

動態瞭解現場

4G



行動裝置

遠端保養指導作業模式呈現

直觀

前端採用手持裝置，即時分享現場畫面、反應問題。



即時溝通互動



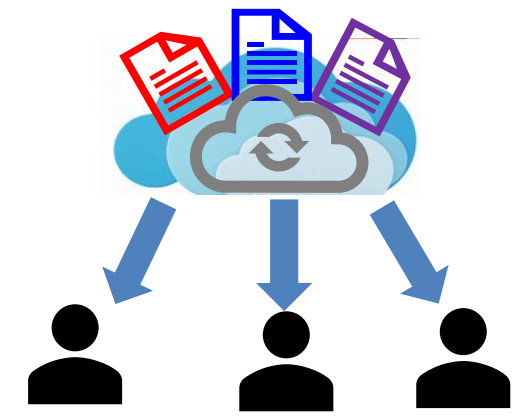
使用會議軟體/台塑群組網，請求後端主管技術支援。

即時正確解決問題

後端分享技術資料，傳送至前端手持裝置顯示，有效正確溝通解決問題。



紀錄與分享



資料雲端存取，履歷紀錄易於追蹤，案例可平行分享。

遠端指導保養使用時機

| 作業項目 | 高技術性工作 (例 大型轉機拆檢) | 高風險性工作 (例 設備停送電) | 重要修繕工作監控 (例 反應器大修) | 常態性保養作業 |
|------|---|---|---|--|
| | 技術支援無須親臨現場 | 從遠端檢查及查核 | 動態監控施工品質/安全查核、技術指導 | 提供前端方便及良好溝通之工具 |
| 使用人 | 技術專家、主管、保養員 | 主管、保養員 | 主管、監工 | 保養員、監工 |
| 使用時機 | <ul style="list-style-type: none"> • 專家遠端會診研討。 • 施工中間檢查品質確認。 • 遠端主管確認前端人員施工步驟正確性。 • 即時監視施工動態。 | <ul style="list-style-type: none"> • 遠端主管確認前端人員施工步驟正確性。 • 動態即時監控施工安全，有潛在危險即通知監工人員改正。 • 主管協助停送電關鍵施工點的確認。 | <ul style="list-style-type: none"> • 設定電子圍籬動態即時監控施工安全，有潛在危險即通知監工人員改正。 • 遠端主管確認前端人員施工步驟正確性。 | <ul style="list-style-type: none"> • 透過互動保養APP進行設備資料查詢、用料正確性確認、SOP互動指引、技術資料等。 • 自主查詢施工動態。 |



AR保養技術運用開發目的

1. 融入元宇宙概念優化現有已自主開發的互動保養APP，賦予穿戴裝置具有虛實整合功能，協助保養同仁處理相對複雜保養技術問題。
2. AR保養技術APP可安裝於防爆手機、平板或智慧眼鏡。



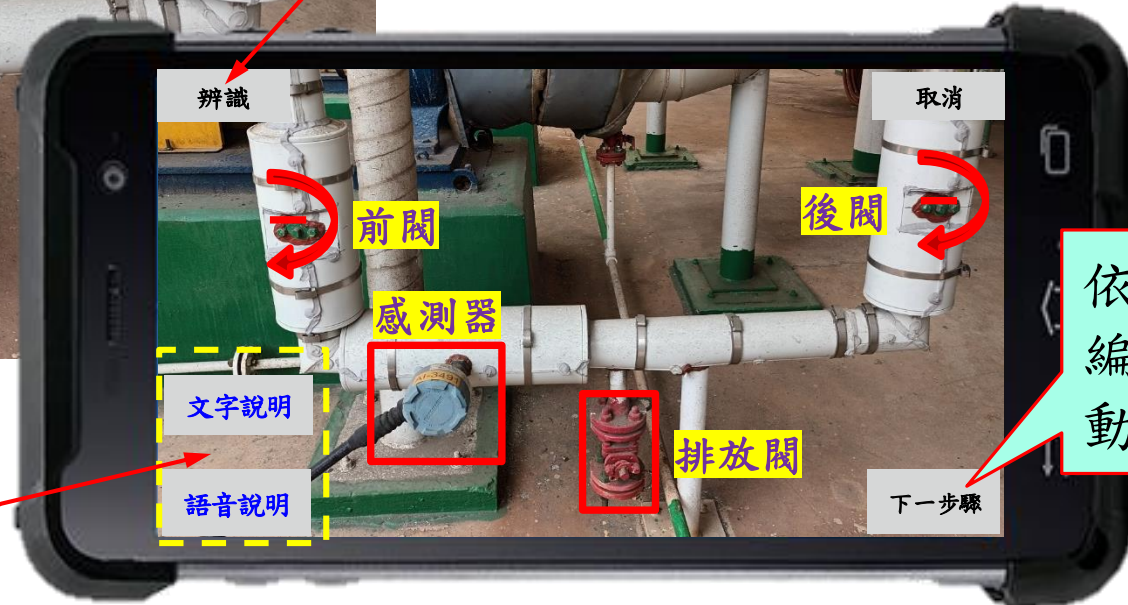


遠在雲邊，盡在眼前--AR互動體驗畫面



現場實物

啟動AR畫面
(啟動擬辨識組件)



依施工步驟
編輯AR互動
情境。

輔助解說
(文字或語音輔助說明該項步驟)

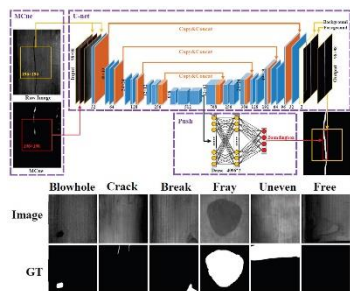
手機AR呈現
(虛擬畫面投影實際畫面中)

自主開發AR技術之創新與優勢

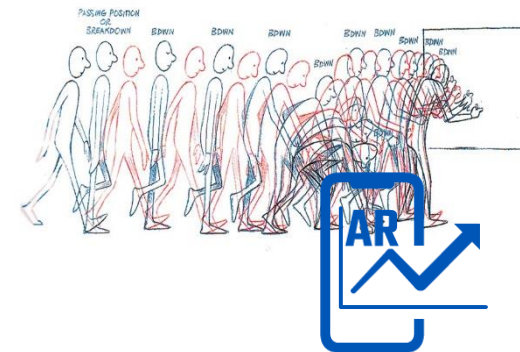
AR影像編輯



大量影像建模



複雜動畫製作



- 採用文書簡報編輯軟體(PowerPoint)編輯AR互動影像，無須專業繪圖軟體背景訓練。
- 採用圖形特徵建模辨識之AR技術，完成後建檔編輯後即可上線使用，免去大量影像收集與建模。
- 採用如同連環漫畫分隔畫面呈現每一施工步驟AR互動效果，不採用動畫呈現AR效果技術，讓任何背景人才都可以使用該套AR互動技術。



AR技術後台建檔流程

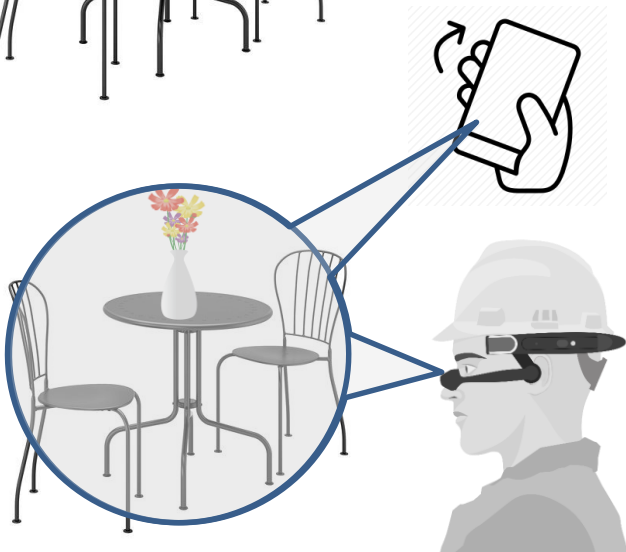


建檔作業



後端平台AR建檔資料編輯

現場使用



掃描QR碼
啟動AR功能

選擇
AR功能

通訊網路

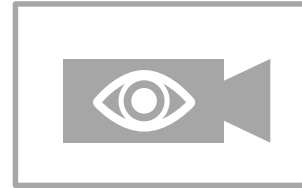


遠端指導保養作業平台功能說明

智能監視



遠端技術指導
及專家會診



維修現場
定點全程監視



AOI電子圍籬
智能監視



同時多點掌控

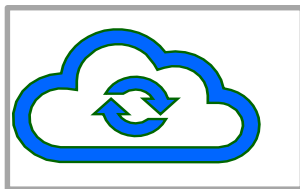
科技管理



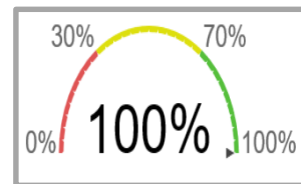
監工/主管動態瞭
解現場



異常即時通知
處理改善回饋



監控履歷追蹤



執行統計報表

競爭力



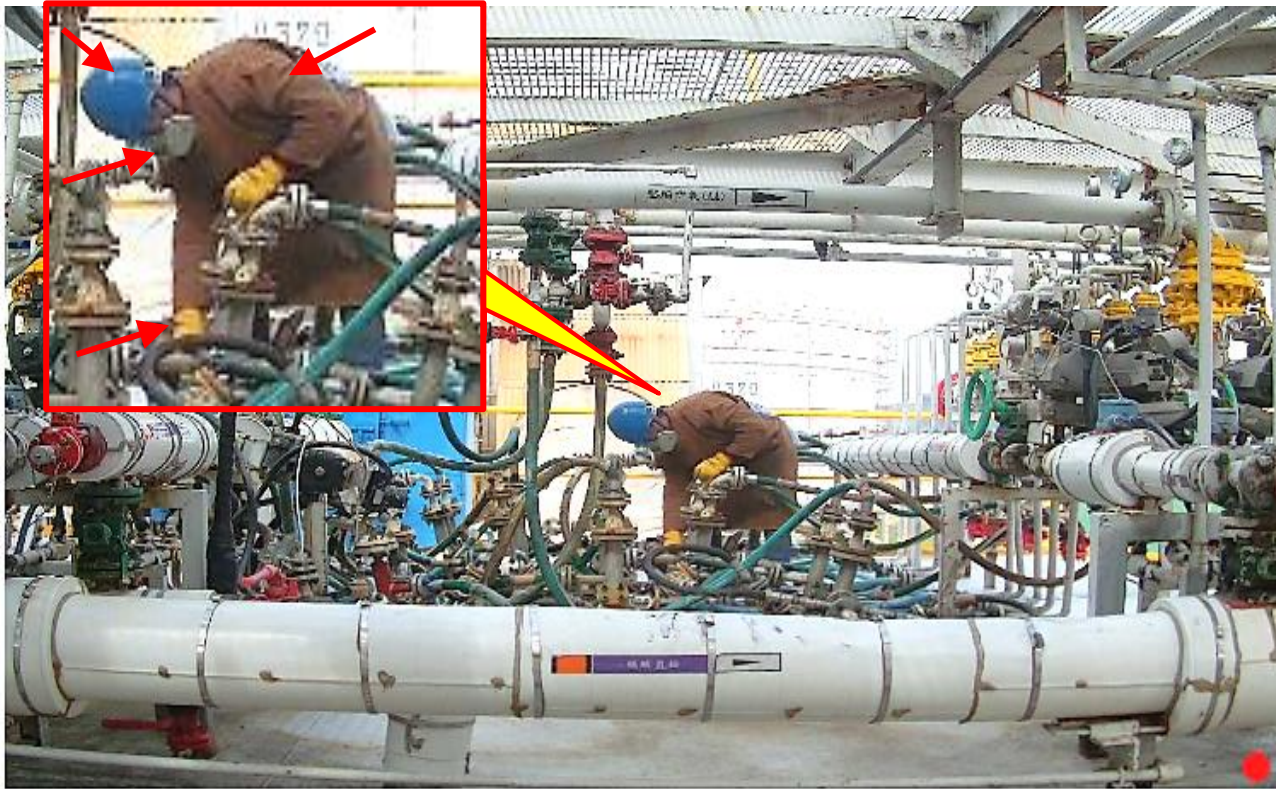
施工現場(即時)監視系統架構圖

- **NVR網路監控主機**(Network Video Recorder) ，其最主要的功能為接收 IP 攝影機(IP Cam) 設備傳輸的影像資料，**並進行集中式遠端視訊管理**(攝影機參數設定)。
- **行動裝置可安裝DS Cam(萬用監視APP)**是透過簡單直覺的介面與 NVR主機連線進行**延伸服務**，讓您能夠隨時隨地觀看即時影像或是回放錄影。
- **中心即時監視系統**，提供**AOI辨識功能與即時監視**相關**作業管理之操作介面**。



現場(即時)監視設備架設

- 使用移動攝影機可監控施工狀況及確認施工人員是否穿著完整防護器具。
- 後端可遙控攝影機放大、縮小、移動畫面，另可搭配電子圍籬動態監控。

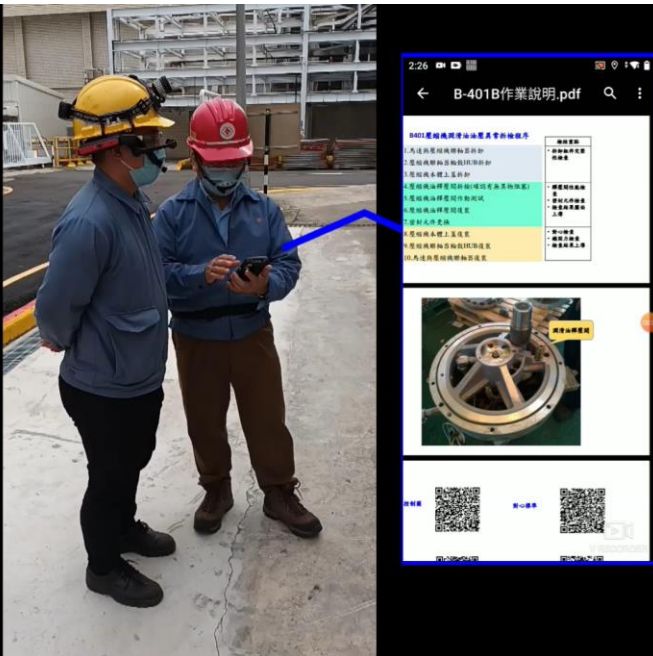


線上監控畫面



現場設備架設情形

數位化監工作業說明
-派工前說明



使用防爆手機執行預防巡檢



遠端指導人機互動保養實例



施工架結構強度計算書AI審查

2025-10-03 13:55



好的，這是一份根據您提供的各項審查結果資料所彙整的總表。

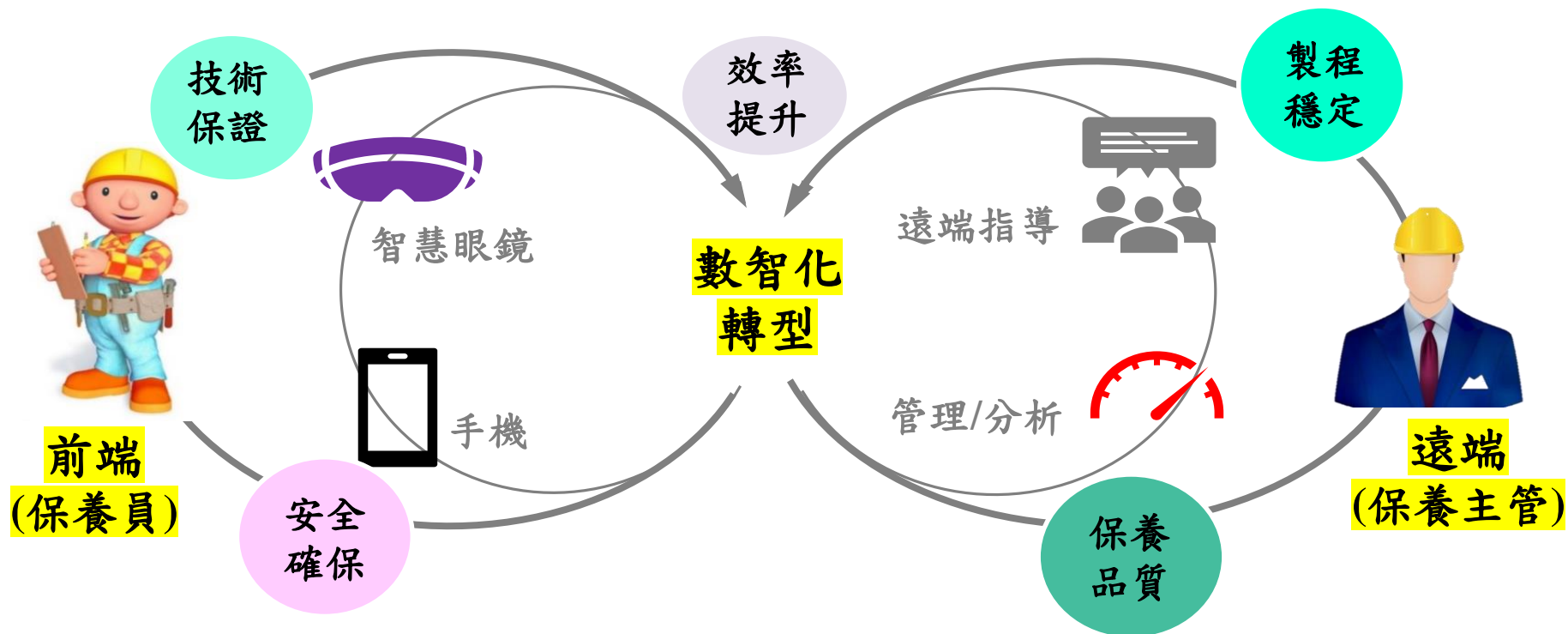
| 項次 | 完整提問題目 | 審查內容 (詳述推理過程) | 審查內容在PDF第幾頁 | 審查結果 |
|----|--|---|-------------|------|
| 1 | 計算書執業公司名稱、工程編號、工程名稱、簽證技師姓名、簽證技師身分證號、執業執照字號及技師證書字號為何？ | 根據文件內容，各項資訊如下： 1. 執業公司名稱：建興土木技師事務所 2. 工程編號：5W44B7Z3 3. 工程名稱：公用廠JP-3 鍋爐內靜電集塵器搭架 4. 簽證技師姓名：吳政彥 5. 簽證技師身分證號：E122360466 6. 執業執照字號：技執字第008413號 7. 技師證書字號：技證字號005451 號 | 第 1、3、4 頁 | 符合 |

➤ **AI施工架智慧助理**，內建多項提問問題，使用者上傳結構計算書，智慧助理會依提問問題進行審查。

➤ 施工架結構強度計算書審查AI助手，能協助您審查計算書內容之正確性，如計算書中是否有明確列出並計算施工架的最大承載荷重、計算書中所使用的外風壓係數 C_p 的數值為何？並判斷該數值是否大於或等於 0.8？等問題。

遠端指導暨智慧監工效益

- 建立數位互動指導，讓第一線同仁獲得沉浸式技術支援。
- 遠端指導保養工作已融入保養作業流程之中，藉此管理平台提升製程穩定性、保養作業品質、工作安全確保、技術品質保證、工作效率提升等。
- 持續擴大AR運用功能(防呆功能)，讓遠端指導作業不在侷限於專家互動指導，實現良好人機協同。





五、結語-重塑工廠運作思維模式

智能工廠與原先的傳統工廠有截然不同的運作形式，主要有三個重點：**自動取得數據資料、數據彙整分析、判讀數據規劃指示**。智能工廠正成為未來製造業的關鍵，它不僅提升了生產效率，也帶動了可持續發展的重要性。具體特點：



數位轉型

智慧工廠**透過數位化轉型**，如數位孿生技術，降低實體生產的風險和成本。



邊緣運算

未來的**運算架構將走向邊緣運算**，以提高資料處理效率和安全性，並針對資料隱私問題進行去中心化管理。



人機協同

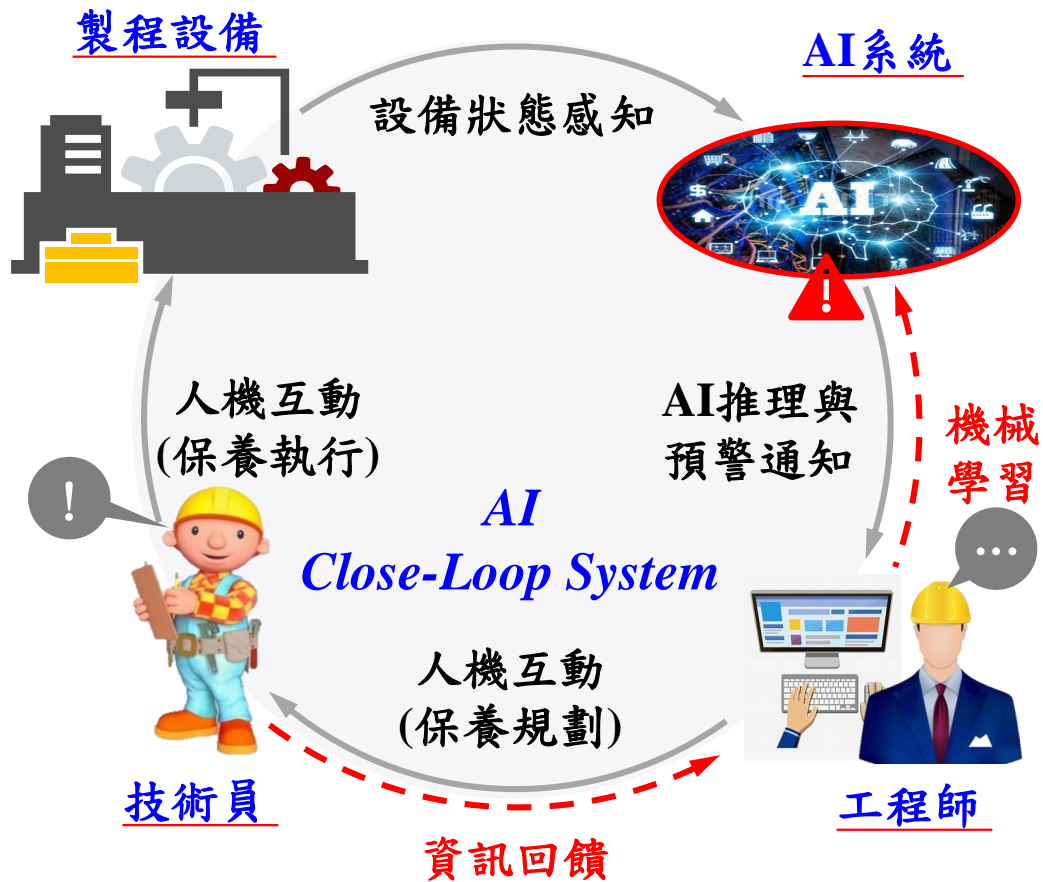
智慧工廠強調**人類與科技的協作**，設計上需以使用者體驗為核心，同時結合循環經濟理念促進永續發展。



新形態生產模式

整體而言，**智能工廠代表著一種新型態的生產模式**，有助於企業在快速變化的市場中保持競爭力。

五、結語- AI 做什麼、人類做什麼」



- 從被動管理 → 主動預警 → AI智能閉環作業
- AI 智能閉環作業流程：設備狀態感知 → AI 推理 → 系統預警通知 → 人機互動(保養規劃與執行) → 資訊回饋機械學習。
- 人機互動：人類依據AI提示進行實際處理 (維修、調整參數、停機、忽略)，人類忽略AI提示會直接影響系統優化，也許讓AI改善為「不要吵人系統」。
- AI 智能監診不是「用了AI的系統」，而是「被賦予行動與影響力的角色」，而是幫您真正「轉念」，讓AI真正成為工作上伙伴。



Thanks for your participation!!

題目:AIoT技術驅動設備維運暨維修安全管理

應用人工智慧與智聯網 (AIoT) 技術建構智能化保養工廠，強調人機協作與數據驅動的決策流程。於設備正常運轉階段，運用 AI 提供即時且精準的數值分析與診斷；當設備進入劣化或異常階段時，系統將依據歷史數據與情境資訊自動提出因應策略，協助工程師做維運策略規劃。最終進入保修階段，結合智能化的監工與遠端保養指導等管理機制，提升維修作業的安全性與效率。因此智慧工廠以使用者體驗為核心，透過智能化技術降低人力負擔、優化維運流程與強化設備完整性，實現更高的營運可靠性與安全水準。

因應現今產業經營變革及討戰，應用人工智慧及智聯網技術建立智能化保養工廠，智能化工廠與傳統工廠有截然不同的運作形式，須具備三個功能自動取得數據資料、數據彙整分析、判讀數據規劃指示等功能。該運作模式顯而已成為未來製造業成敗的關鍵；讓傳統以五感點檢與定期保養為主保養模式，轉向以AI驅動的智慧維運策略，實現主動、精準保養模式。於維修安全管理方面以AI影像辨識技術，實現維修現場安全監測，另以AR互動與GPT保養助理等技術提升保養作業效率及安全。

以實例方式探討如何融合5M1E(Man, Machine, Measurement, Method, Material, Environment)不同層面之相互應用，讓維修規劃者能依據數據證據進行保養策略規劃與調整及設備異常根因分析、維修者皆能遵循維修SOP執行檢修及確保工作安全、真正實現設備完整性提升生產效率及設備運為最適化成本之目標，也帶動了產業可持續發展的重要性。

報告內容為基於智能化轉型之設備保養策略轉變、智能化保養工廠建構、智能化設備維運實例應用介紹、智能化維修安全管理實例應用介紹、結語等五單元。