



# 桃園捷運安全管理與智慧化實務

鄭柏廷 | 2025.12.08

# 簡報大綱

一

前言

二

桃捷系統穩定與營運  
安全管理

三

智慧鐵道應用

四

結語



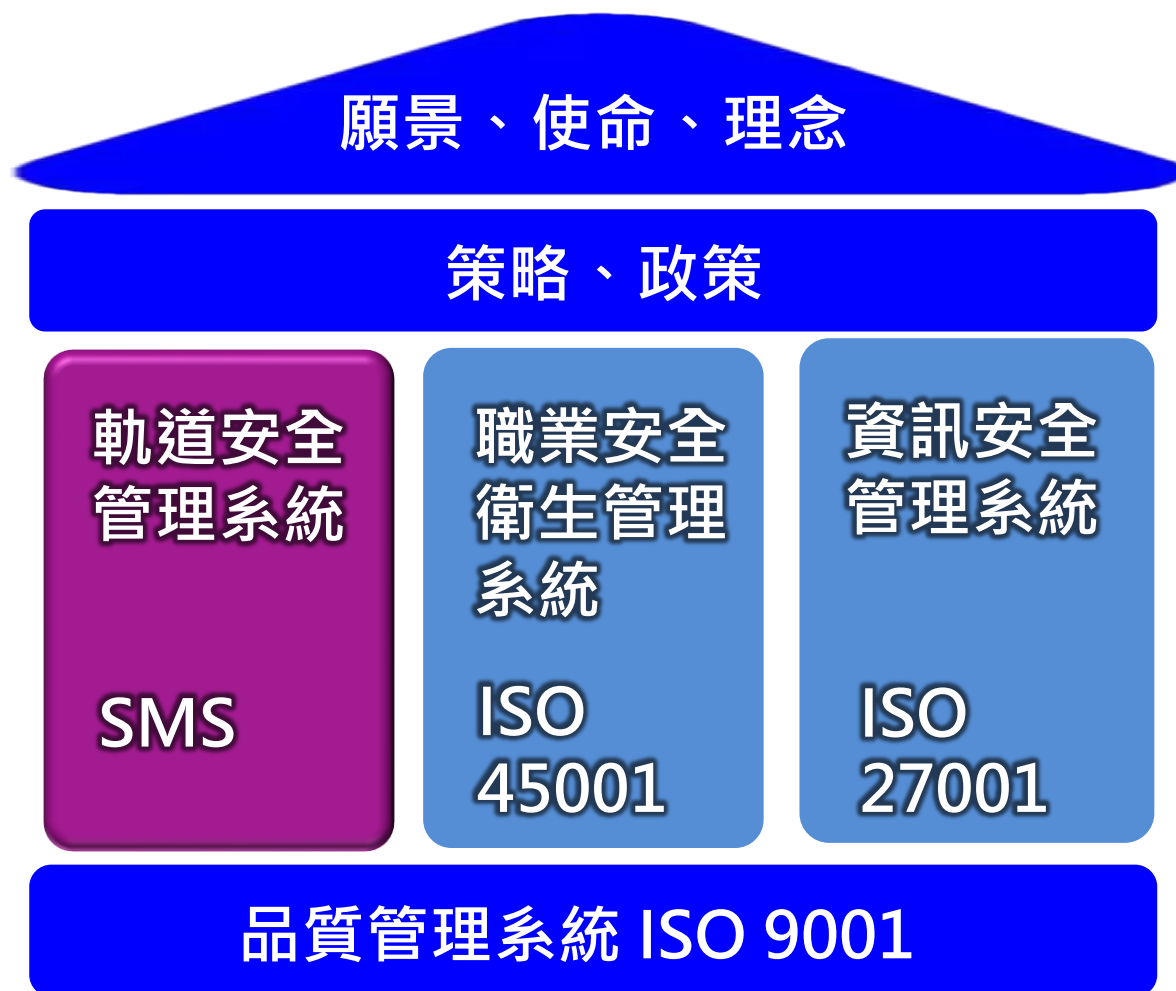


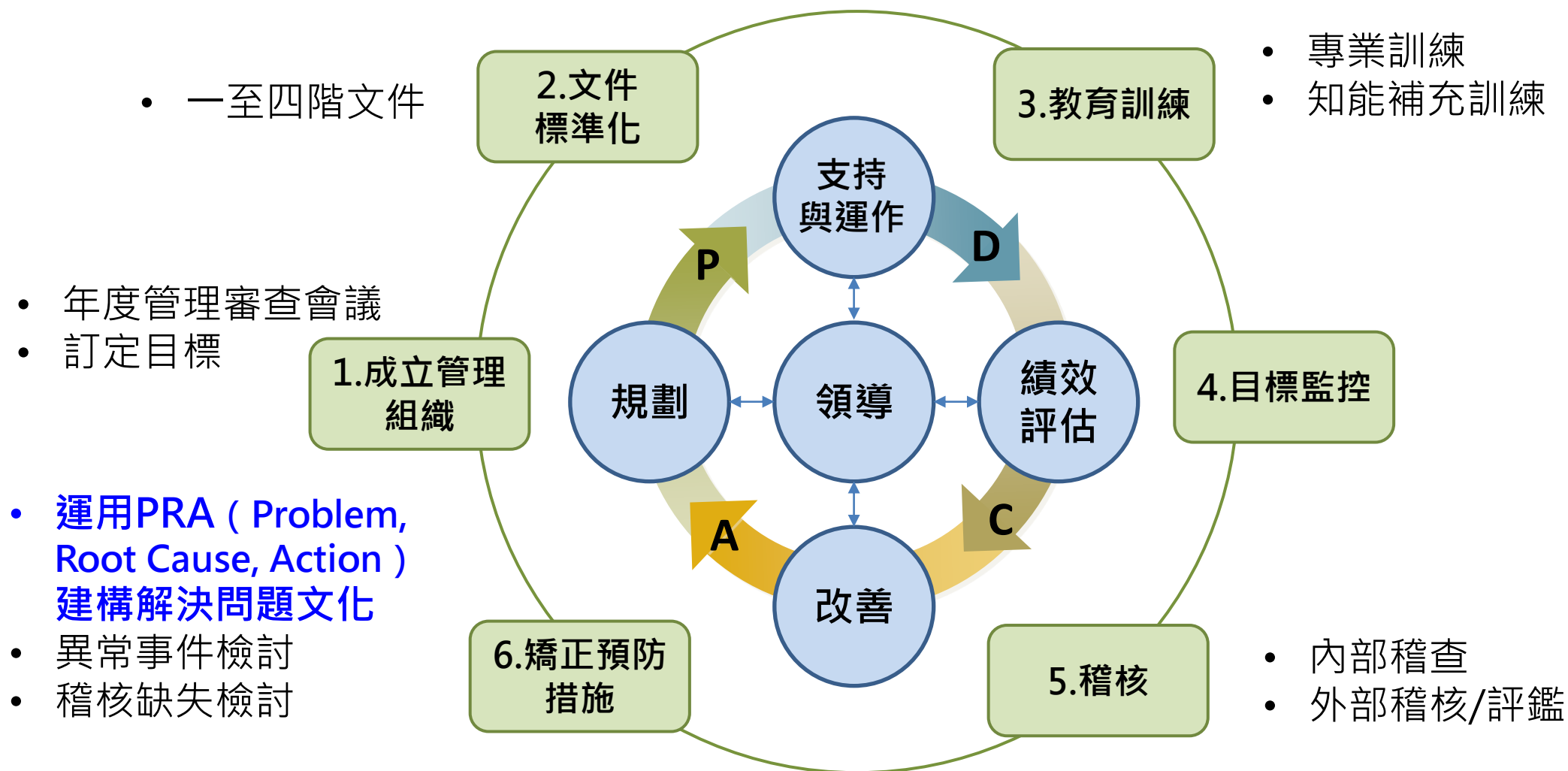
# 一、前言

- 🎯 軌道運輸的重要性
- 🎯 系統面臨的挑戰
- 🎯 社會關注與風險
- 🎯 智慧鐵道國際趨勢



## 二、桃捷系統穩定與營運安全管理 - 品質&安全管理系統





## ◆ PRA三步驟

### 步驟一：問題描述 ( Problem Description )

- 遇到問題時，善用5W2H描述問題，將**問題描述得非常清楚**。

### 步驟二：根本原因 ( Root cause )

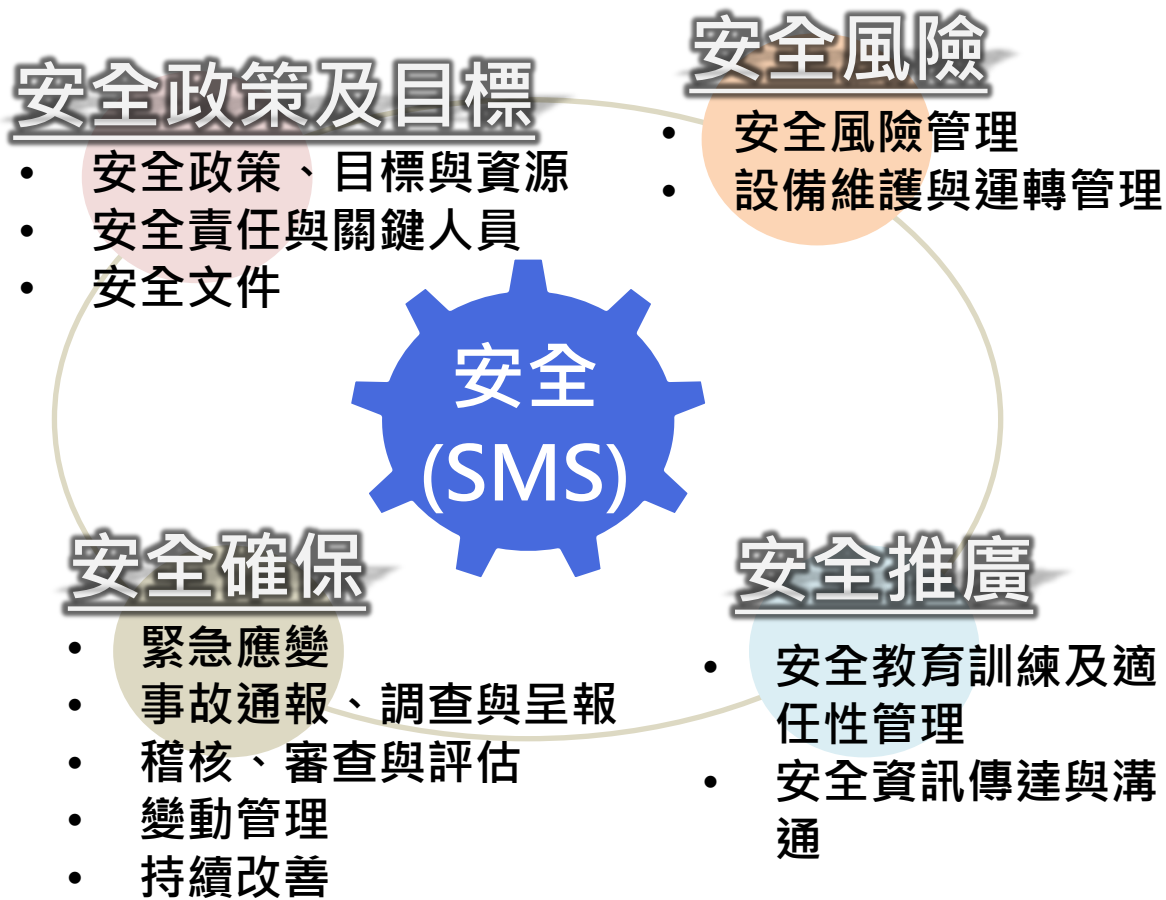
- 從**人員、機器、原料、方法、環境**等不同面向，尋找並定義所有潛在的原因。
- 接著，**驗證**這些**根本原因**並提供相關**佐證資料**。
- 可**善用AI**找出潛在根因，但必須**Double Check**資料**正確性**。

### 步驟三：對策 ( Action )

- 提出**改善與預防**的對策，以預防問題再次發生，並將**作業流程標準化 ( SOP )**。

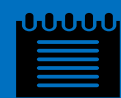






## 每週召開技安會議

- 運用**PRA**探討維運異常事件真因及解決對策
- 技術議題與實務探討
- 經驗傳承與學習
- 型塑安全管理文化

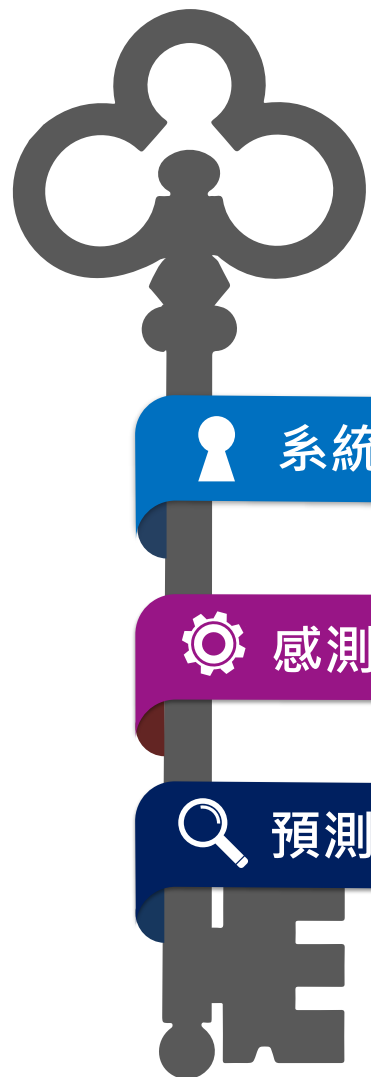


## 每季召開系統安全會議

- 訂定**安全目標**
- 訂定**前兆指標**
- 導入**安全關鍵項目(SCI)**複核確認
- 危害風險管理
- 安全管理稽核與安全宣導

## 整體效益

- » 降低故障率
- » 提升可靠度
- » 強化品質保證
- » 降低維護成本



系統核心理念

感測器與即時監測

預測性維修應用

- Metro MARS(Metro Taoyuan Monitoring & Analysis Reporting System)(IoT + 大數據)，建立「預測性維修」機制。
- 將傳統「事後維修」轉型為「預測與預防維修」。

- 透過 MARS，追蹤趨勢變化。當系統偵測異常趨勢，會自動發出警示。

- 達成由反應式維修 ➡ 預防性維修 ➡ 預測性維修的進階轉型。



## 都市化進程與運量成長

- 全球都市化加速，城市軌道交通系統面臨前所未有的營運挑戰。
- 桃園捷運2024年運量較2019年成長50%，營運壓力倍增。
- 安全與效率需求突出，傳統監控系統已難以應對。
- 需要新一代智慧整合型營運監測管理解決方案。

### 桃園捷運營運概況



桃園機場捷運系統 - A1臺北車站至A22老街溪站共22座車站

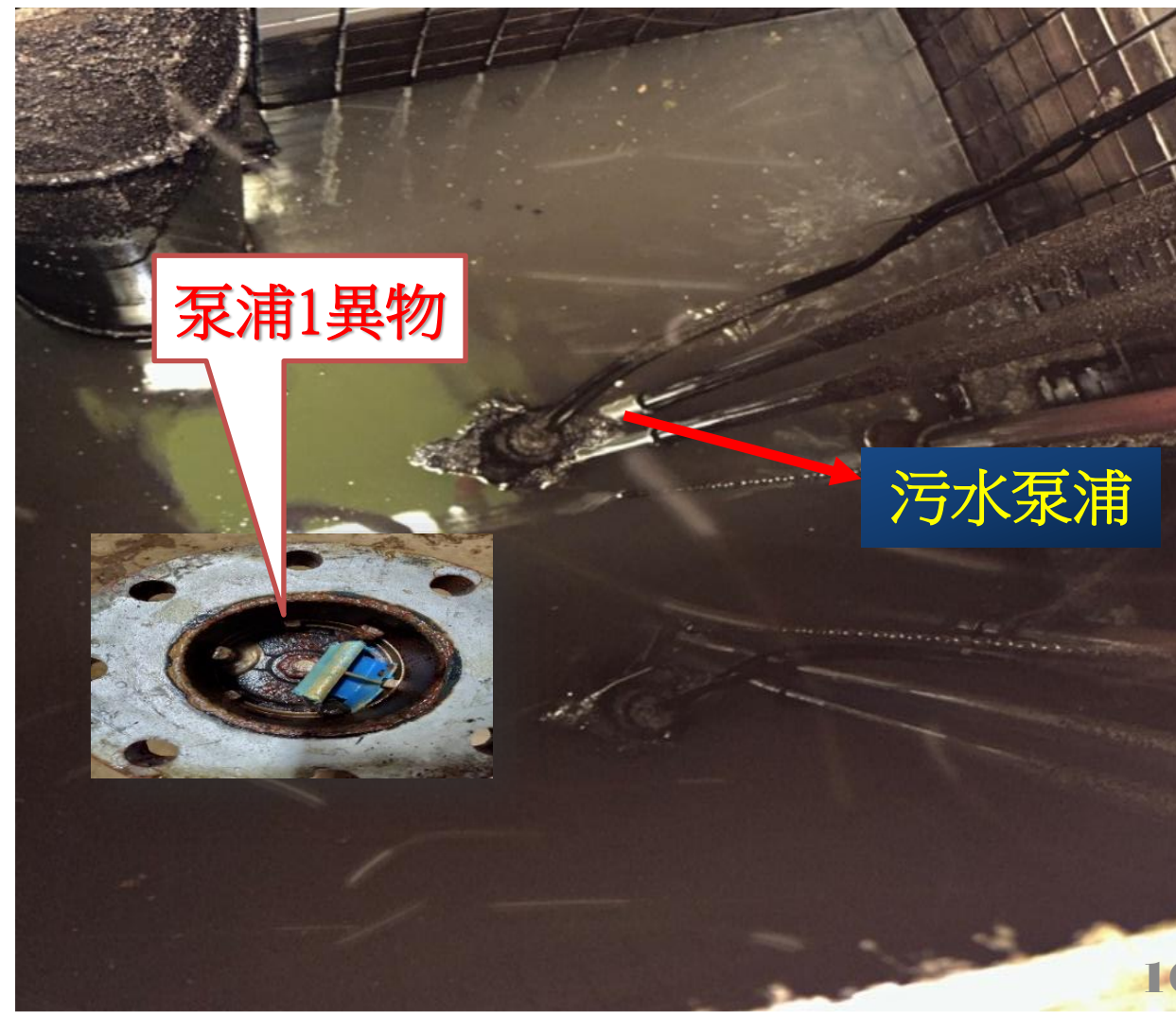
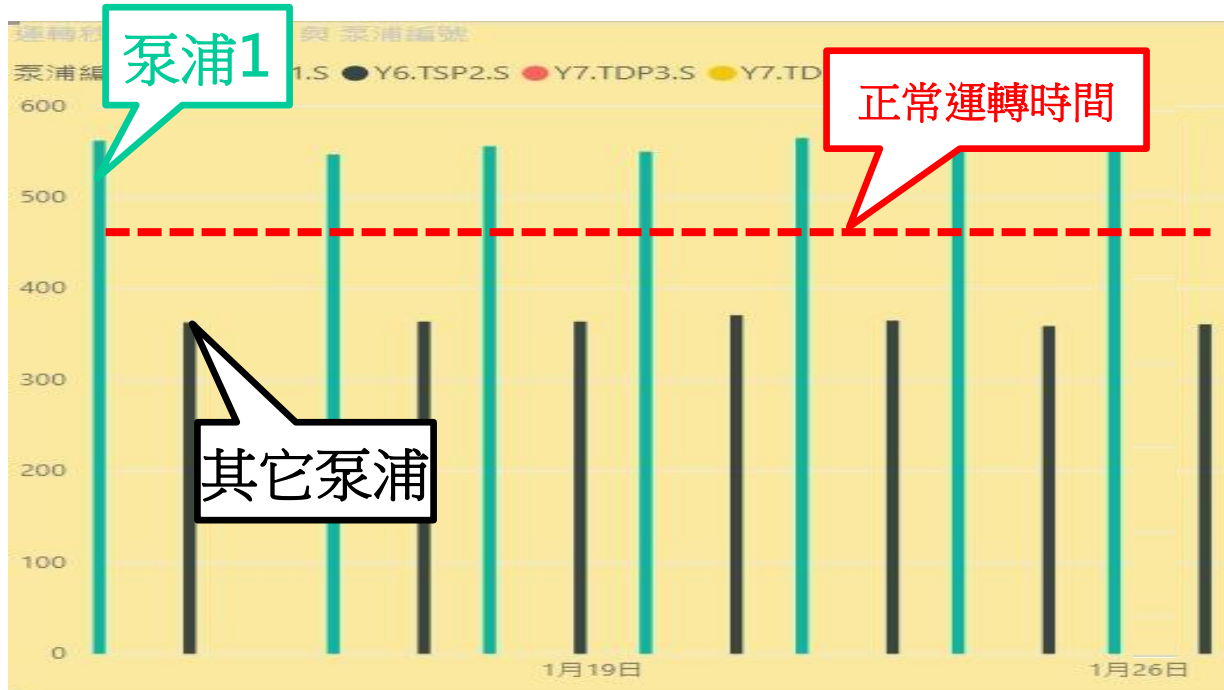
  
日均運量  
**+50%**  
較2019年

  
營運安全壓力  
**顯著提升**  
需智慧監控

# 三、智慧鐵道應用- 背景及歷程

2018/12/5 08:13:53 ON

2018/12/5 08:16:37 OFF





# 三、智慧鐵道應用- 背景及歷程

BELIEVE IN  
YOURSELF

相信

- 數據有強大的力量
- 數據可以分析現況、原因並預測，且可以發現趨勢、解決問題
- 最高管理階層 - 共識
- 全體同仁 - 認同



# 三、智慧鐵道應用-功能模組與智慧整合

## 功能模組與智慧整合

- **即時監控**：多元感測器與影像結合邊緣運算，實時監控列車、車站與軌道設備狀態。
- ✖ **預防維修**：運用感測數據建立設備預防性維修機制。
- ⌋ **大數據分析**：以商業智慧工具PowerBI就歷史資料分析，運用在維修根因分析等。
- ⚡ **應用整合**：標準API介面，風速、雨量、公共運具等外部資訊。

### 即時監控



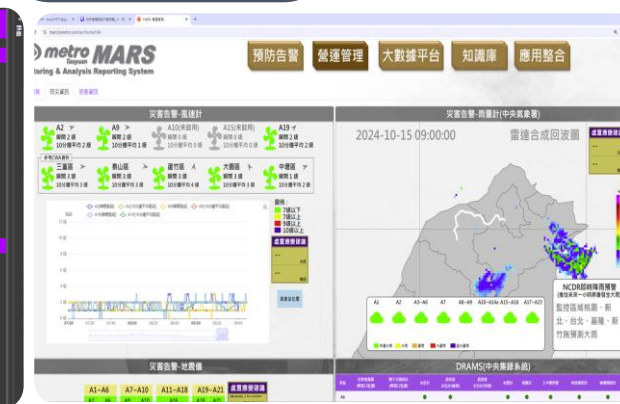
### 預防維修



### 大數據分析

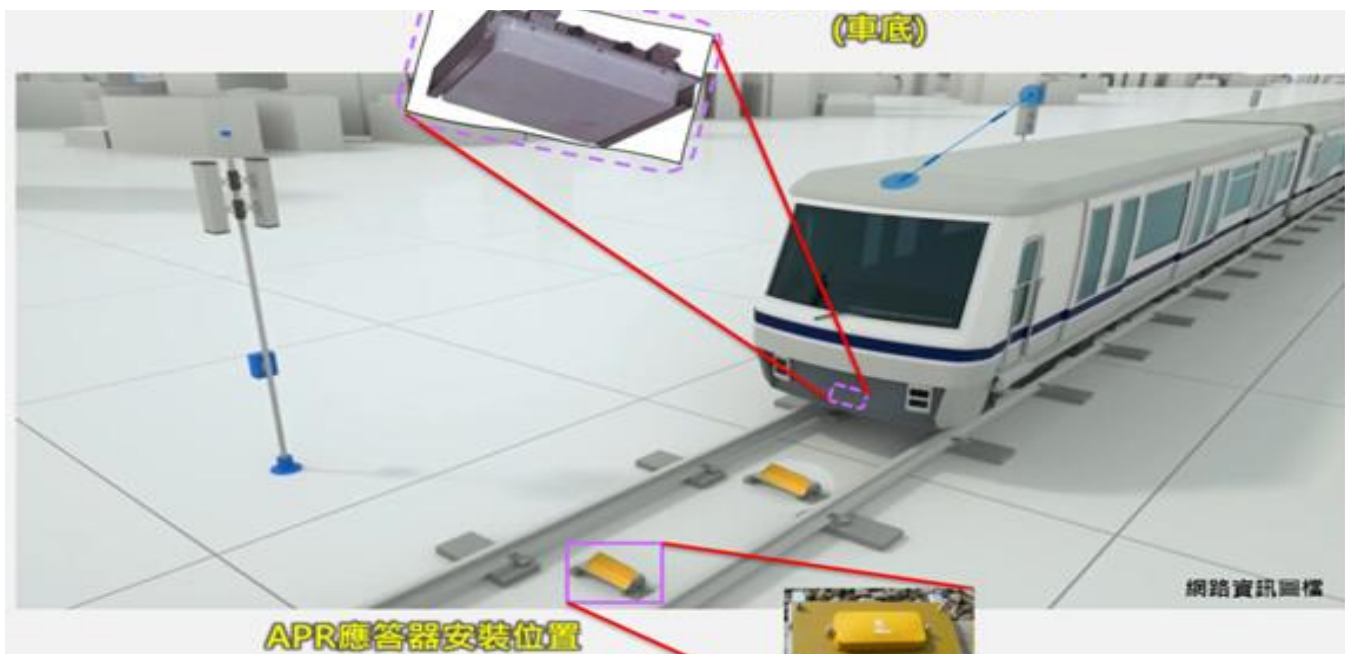


### 應用整合



# 3.1 APR 檢修

全線1,512個絕對位置參考應答器(APR) ，倘逐一進行檢測相當耗時費力，但透過營運列車**即時回傳數據進行資料收集與統計**，建立監看儀表板，當遺漏次數**每日超過5次**，即進場執行預防性更換，改善延誤事件。



效益

透過儀表板監看，成功檢出約300顆異常APR，並完成更換，使延誤事件有效下降。

5上延誤異常事件





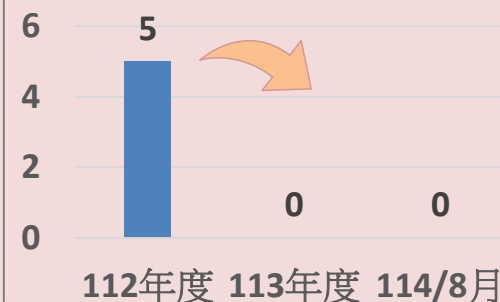
# 3.2 軌道電路設備物聯網

效益

全線565組軌道電路，透過IOT架構導入，實現全天候**即時監測與異常預警**，提前趨勢研判，掌握潛在異常，並**即時遠端**進行調整，縮短搶修時間，避免行車運轉延誤。

- 曾於**營運時段**，發現電壓異常告警，即時遠端介入調整，113年迄今成功阻止**4件誤佔據所造成行車延誤**。
- 亦曾透過數據分析，檢出4組異常軌道電路，經檢修發現訊號線有**水氣造成端子銅綠及纜線壓接不良鬆動情形**。

5上延誤異常事件





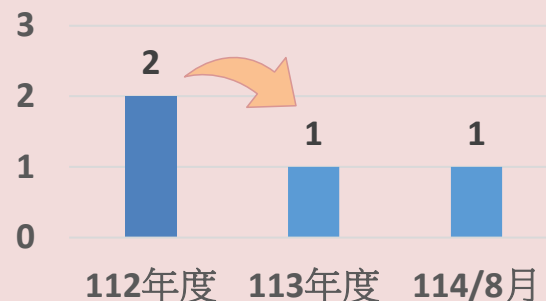
# 3.3 號誌轉轍器監看系統

效益

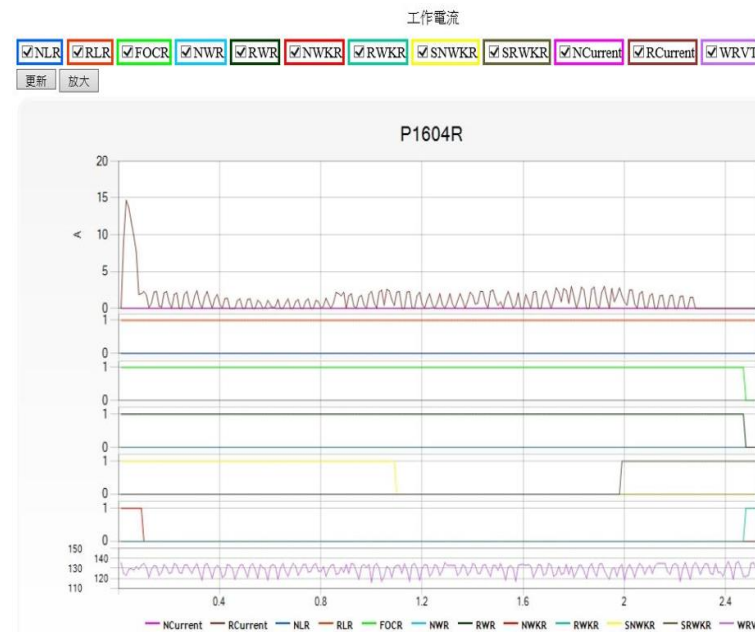
利用訊號旁聽方式擷取轉轍器運轉數據(電壓、電流、定位訊號)，可即時呈現運轉數據與產出告警，並將相關數據進行健康管理依評分進行專案檢修，降低營運風險。

- 透過圖像管理，113年~114年成功攔截**馬達異常鋸齒狀電流**避免2件行車延誤。
- 透過數據分析改善轉轍器健康度。

5上延誤異常事件



馬達碳刷異常



# 3.4電聯車控制及監控系統(CMS)數據擷取

透過5G回傳數據到CMS監測儀表板上，以利行控及維修人員即時取得故障訊息與列車資訊，並依專家系統建議，進行故障排除，提高行車穩定度。

效益

1. 利用監測收集各系統數據，達到預測性維修。
2. 避免重要隔離開關發生誤作動(如ATP)。



# 3.4電聯車控制及監控系統(CMS)數據擷取

## 桃捷CMS監控系統



17



# 3.4電聯車控制及監控系統(CMS)數據擷取

## 01 車門系統

關門時間超過預警值(3.3秒)  
發現機構螺桿潤滑不足

車門系統  
開關門秒數

F	R	R1	R2	R3	R1	R2	R3	L3	L2	L1	L3	L2	L1
	L	L1	L2	L3	L1	L2	L3	R3	R2	R1	R3	R2	R1
	15.0	3.1	3.0	3.0	3.4	3.1	3.0	2.9	2.9	2.9	3.1	3.1	3.1



### 車門關門時間分析

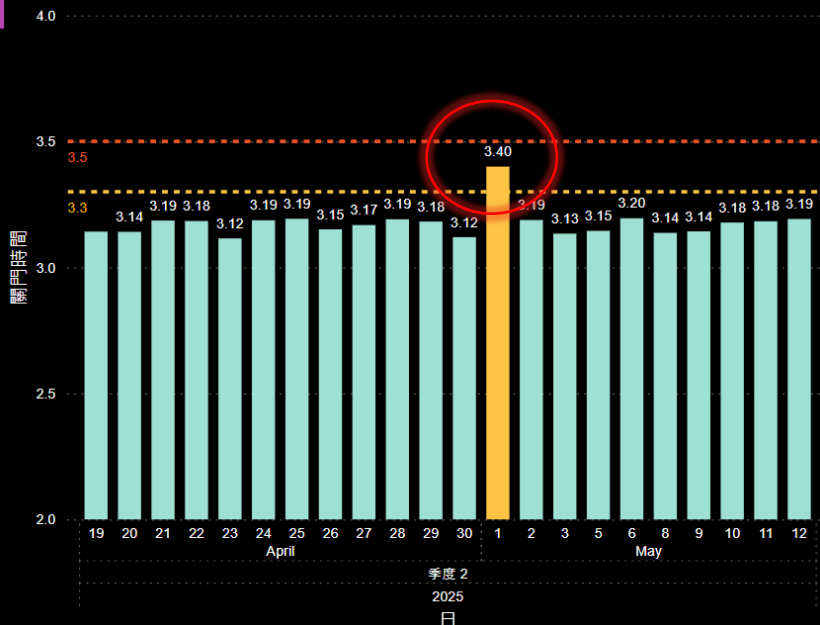
維修處-車輛廠

日期 預告警數量 車型 車號 車門 車廂 上下行 車站

2025/4/19 2025/5/28 1 全部 全部 全部 全部 全部 全部

#### 車門關門時間清單

車種	station	Datetime	車組	車廂	車門	Value	計數
普通車	A10山鼻站	2025/4/24 下午 07:28:50	102	1	L1	3.187	0
普通車	A10山鼻站	2025/4/25 上午 10:50:49	102	3	L1	3.153	0
普通車	A10山鼻站	2025/4/25 上午 10:50:49	102	3	L2	3.153	0
普通車	A10山鼻站	2025/4/25 上午 10:50:49	102	4	L3	3.193	0
普通車	A10山鼻站	2025/4/28 下午 03:05:50	102	3	L2	3.151	0
普通車	A10山鼻站	2025/4/29 下午 07:37:36	102	1	L1	3.182	0
普通車	A10山鼻站	2025/4/29 下午 07:37:36	102	1	L2	3.182	0
普通車	A10山鼻站	2025/4/29 下午 07:37:36	102	1	L3	3.182	0
普通車	A10山鼻站	2025/5/6 下午 07:43:52	102	1	L1	3.183	0
普通車	A10山鼻站	2025/5/6 下午 07:43:52	102	1	L2	3.183	0
普通車	A10山鼻站	2025/5/6 下午 10:44:24	102	1	L1	3.155	0
普通車	A10山鼻站	2025/5/6 下午 10:44:24	102	1	L2	3.155	0
普通車	A10山鼻站	2025/5/12 上午 09:20:52	102	4	L2	3.174	1
普通車	A10山鼻站	2025/5/12 上午 09:20:52	102	4	L1	3.174	2
普通車	A10山鼻站	2025/5/12 下午 04:44:03	102	1	L1	3.175	0
普通車	A10山鼻站	2025/5/12 下午 04:44:03	102	1	L2	3.175	0



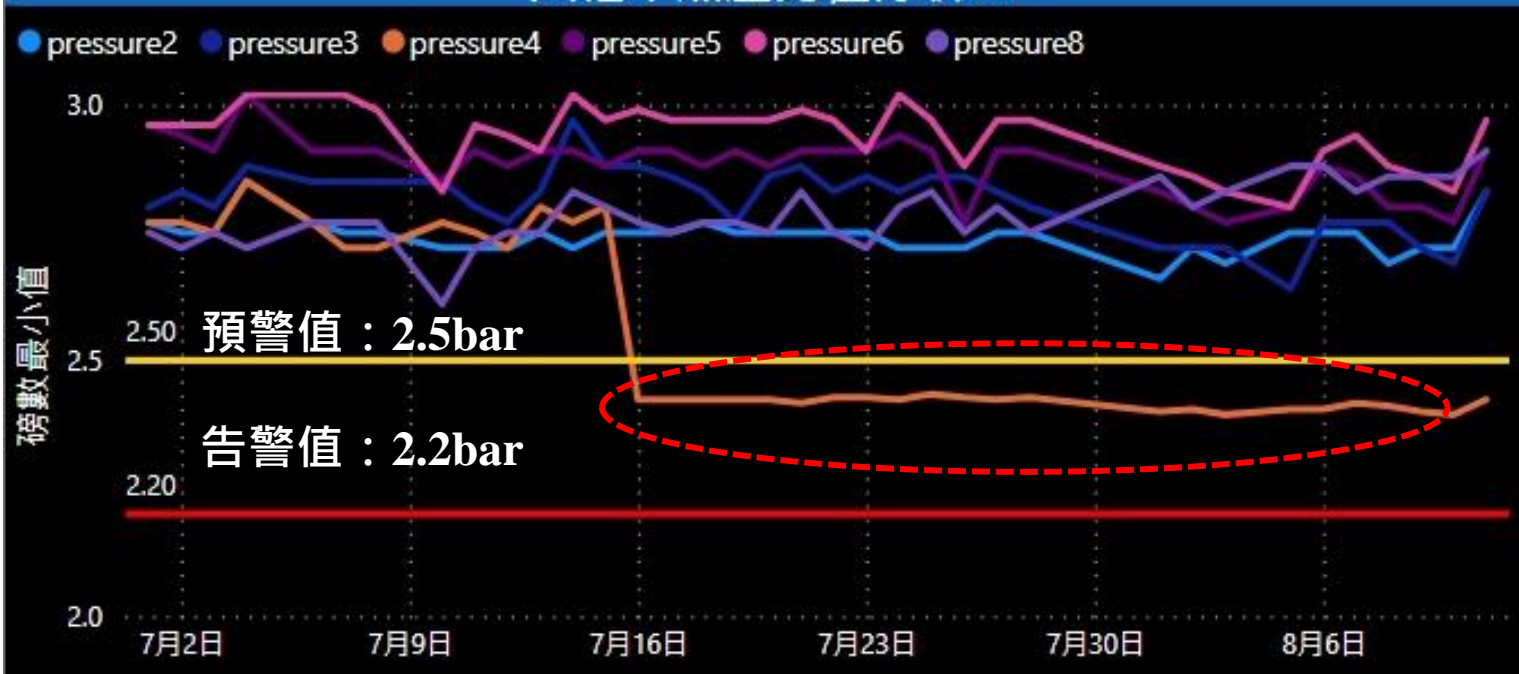
### 實體設備



## 02 轉向架系統

空氣彈簧壓力低於預警值(2.5bar)  
發現空氣彈簧龜裂

其他車廂壓力值分析圖



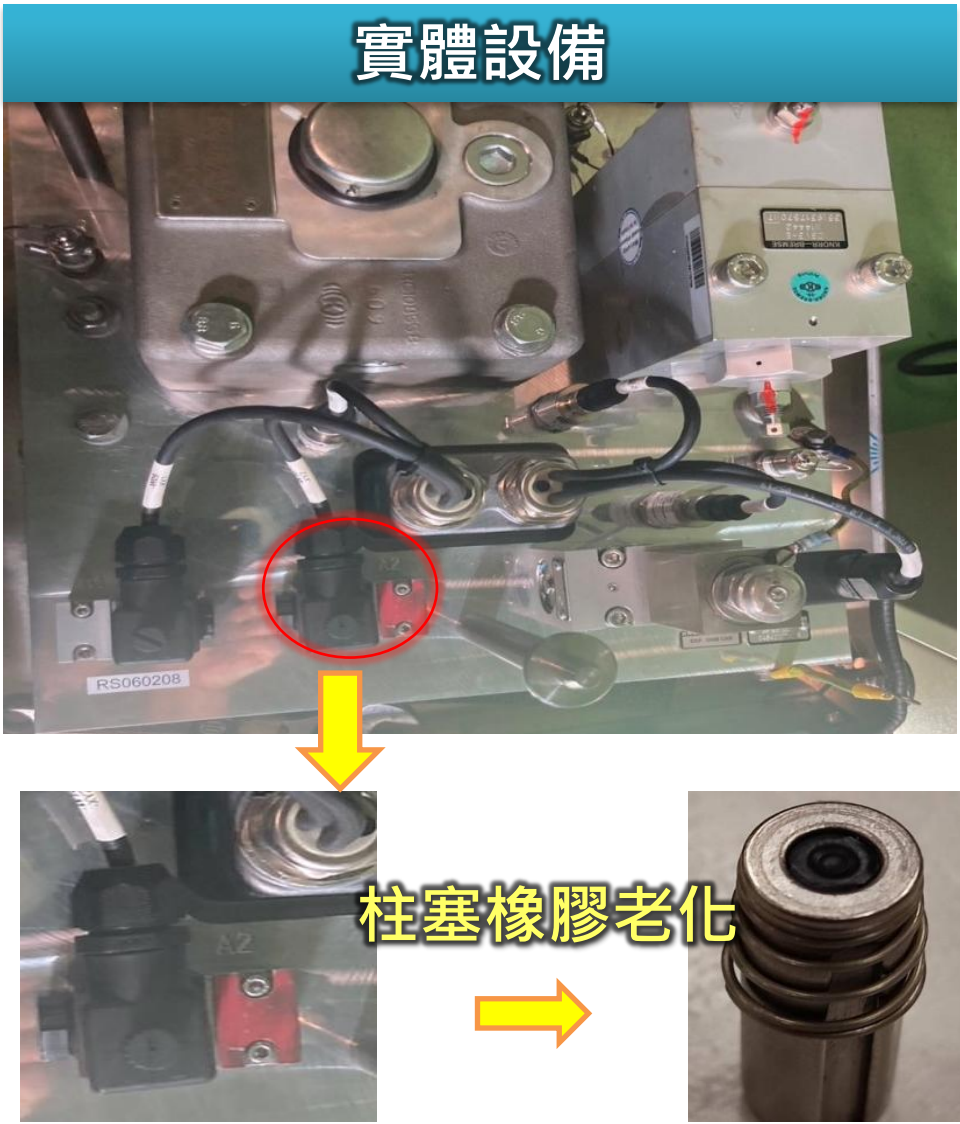
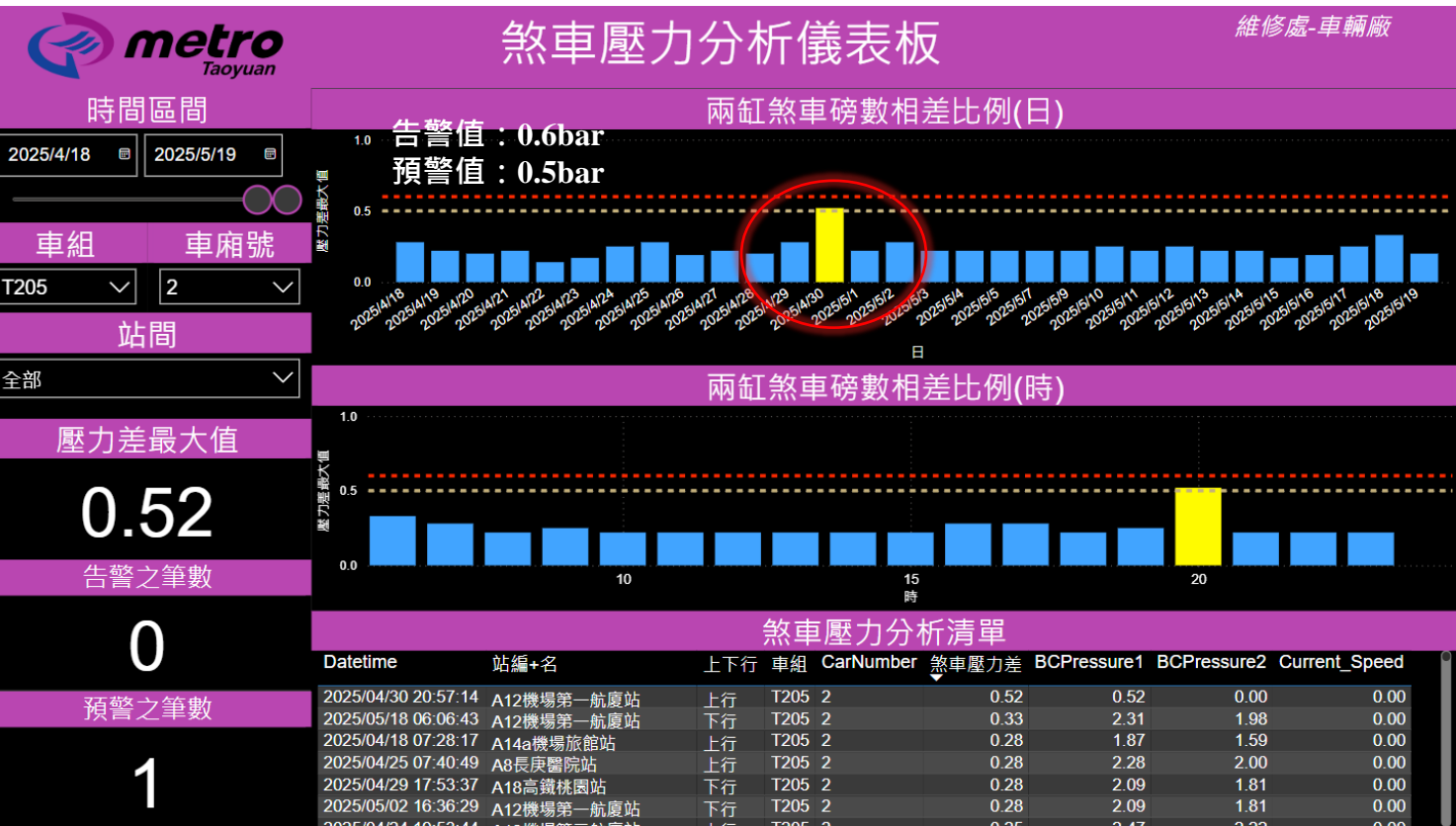
實體設備

空氣彈簧



## 03 煞車系統

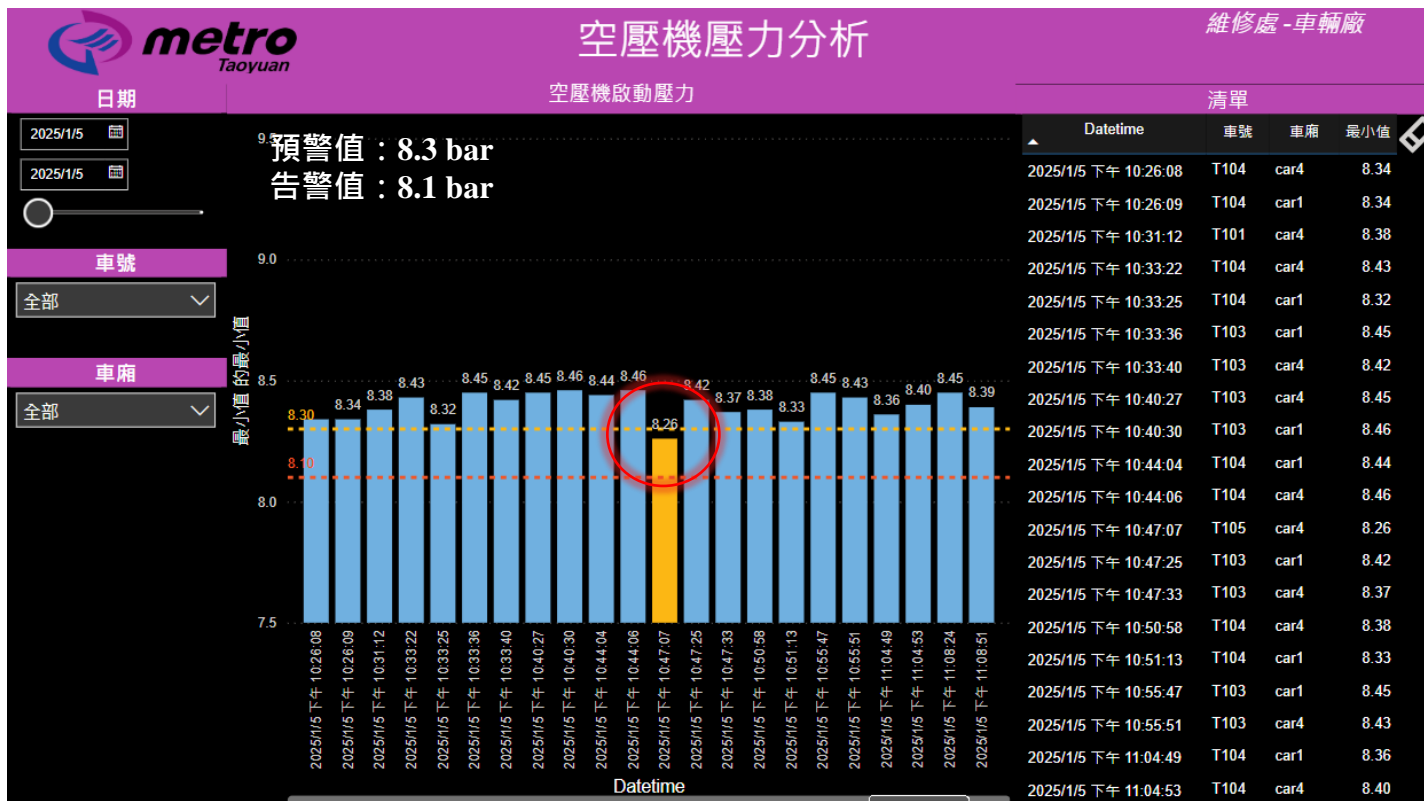
煞車壓力差超過預警值(0.5bar)  
發現內部柱塞橡膠老化，密封不良





## 04 空壓機系統

空壓機建壓壓力低於預警值(8.3bar)  
發現調節器異常



實體設備



## 05 ATP誤隔離

案例說明：

- ✓ ATP隔離，列車無號誌保護
- ✓ 不須路徑開通可運行
- ✓ 列車追撞風險

鉛封開關

緊急煞車隔離開關

車門致能

車門關閉鎖定

全出力常用煞車

旅客警報

ATP





# 3.5 月台門智慧監視輔助模組

減少維修準備時間

3→1HR

原到場判斷  
備料維修時間

遠端確認樣態  
備料準確維修時間

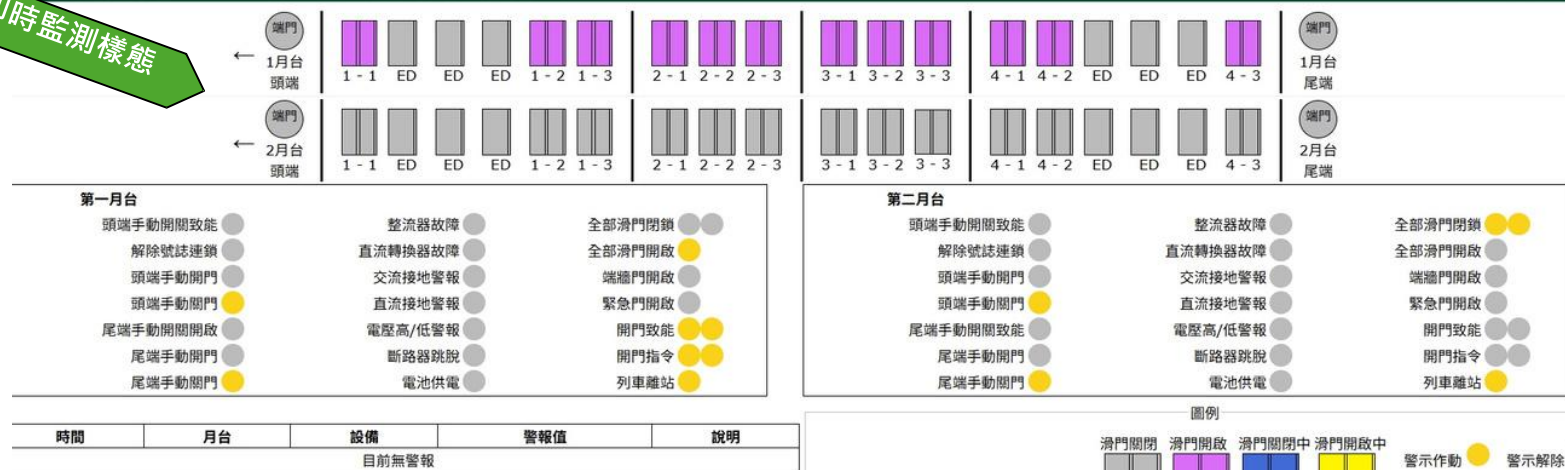
預判滑門壽命

未來可降低預檢作業時間  
可由滑門開關門時間判斷  
關門較慢的滑門列為重點保養  
門扇

即時監測樣態

桃園捷運 A8車站 1、2月台門 示意圖

10:06:2



滑門開關時間履歷

站別：7 月台：1 訊號別：滑門1

時間：2025-08-01 00:00 ~ 2025-08-05 00:00 共 1047 筆

時間	點位	監測值	說明
2025-08-04 09:45:34.137	12	0	滑門狀態: 0未定 1:全開
2025-08-04 09:45:14.692	12	1	滑門狀態: 0未定 1:全開
2025-08-04 09:45:12.038	13	0	滑門狀態: 0未定 1:全關
2025-08-04 09:30:51.983	13	1	滑門狀態: 0未定 1:全關
2025-08-04 09:30:48.288	12	0	滑門狀態: 0未定 1:全開
2025-08-04 09:30:30.949	12	1	滑門狀態: 0未定 1:全開
2025-08-04 09:30:27.937	13	0	滑門狀態: 0未定 1:全關

故障告警履歷

站別：全部 月台：全部 訊號別：全部

時間：2025-08-01 00:00 ~ 2025-08-05 00:00 共 63 筆

時間	站別	月台	門位/模組	點位	警報代碼	監測值	說明
2025-08-02 22:28:33.090	12	1	滑門2	0	-1	1	開關門異常
2025-08-02 22:28:32.812	12	1	滑門2	-1	62	-1	主控檢測到障礙物
2025-08-02 15:28:38.328	12	2	滑門10	0	-1	0	開關門異常
2025-08-02 15:28:28.527	12	2	滑門10	0	-1	1	開關門異常
2025-08-02 15:28:28.250	12	2	滑門10	-1	62	-1	主控檢測到障礙物
2025-08-02 14:41:19.319	12	2	滑門6	0	-1	0	開關門異常
2025-08-02 14:37:44.241	12	2	滑門6	-1	64	-1	障礙物檢測不一致
2025-08-02 14:37:34.766	12	2	滑門6	0	-1	1	開關門異常
2025-08-02 14:37:34.447	12	2	滑門6	-1	62	-1	主控檢測到障礙物



# 3.6 滅火器QR code線上巡檢系統

## 遭遇問題

1. 缺乏整合性清單
2. 檢點異常無即時回饋管理單位
3. 滅火器規格多樣採購困難
4. 資料落差現場更換執行困難

## 改善方案

1. 建立滅火器ID
2. 建置線上巡檢回報系統
3. 建立滅火器到期主動提醒機制
4. 資料庫整合與查詢功能

滅火器QR code  
線上巡檢系統



## 設備巡檢紀錄

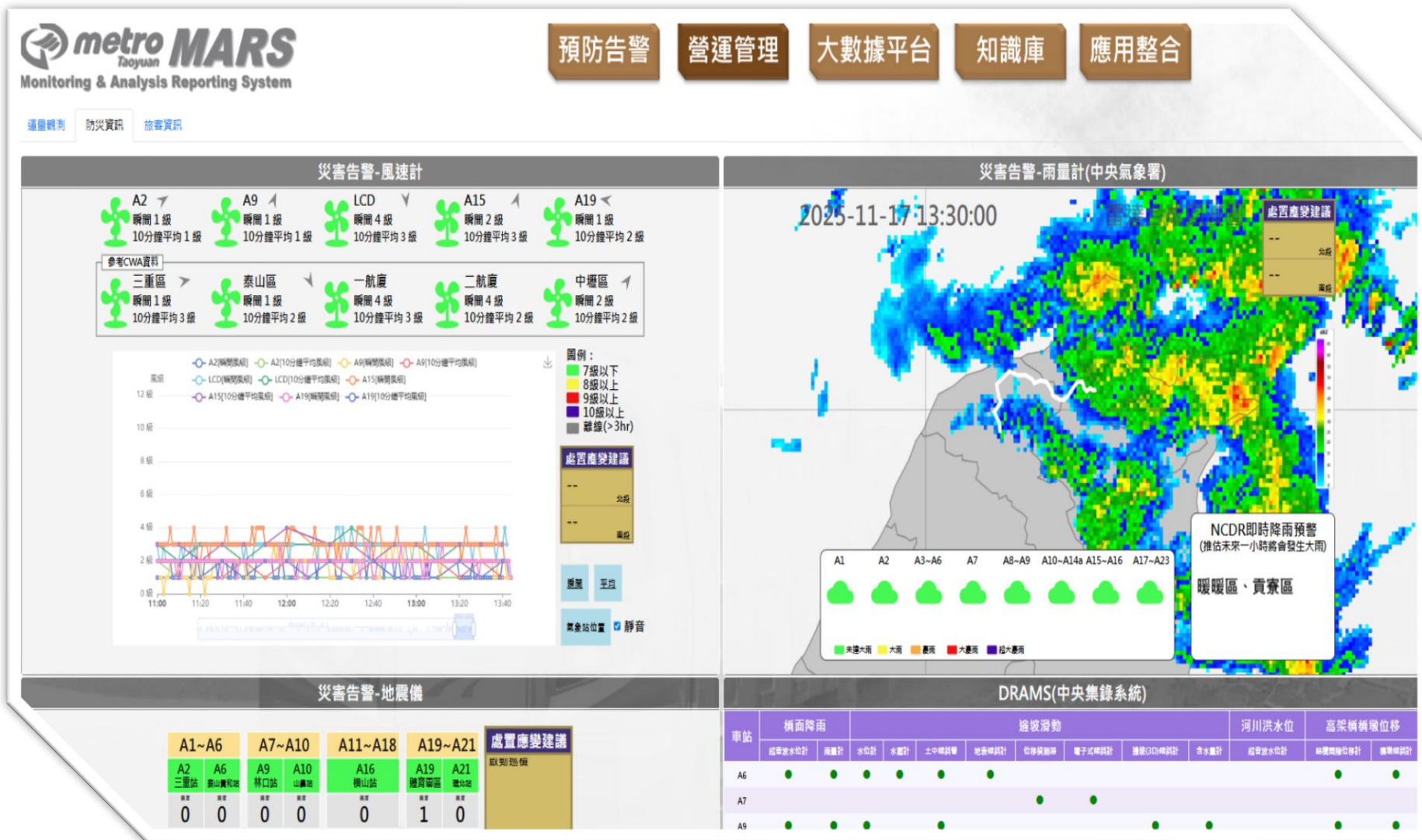
開始巡檢

項次	巡檢時間	單位	工號	巡檢結果
1	2024-08-04	電機廠	T01414	正常

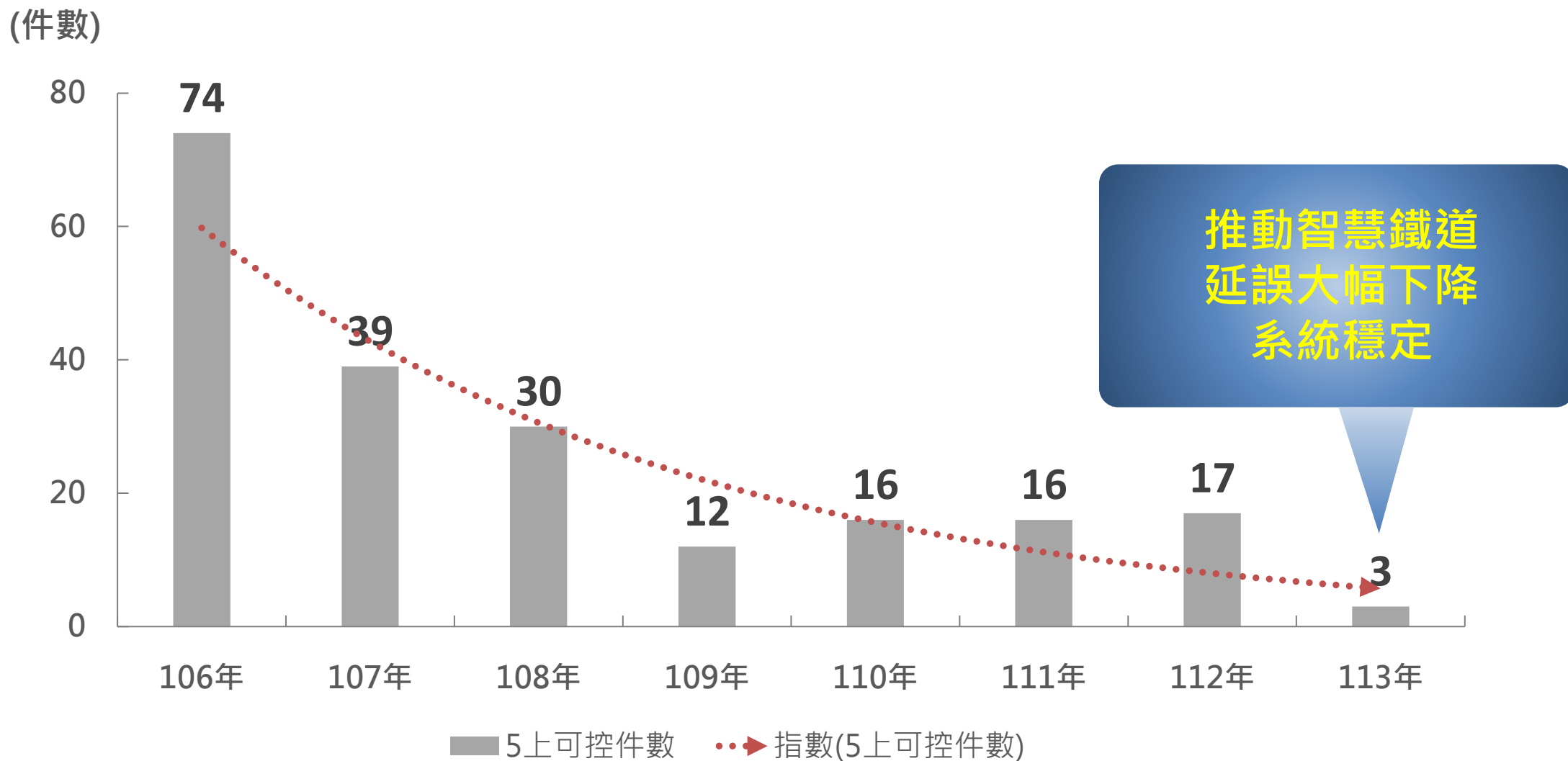
便於取用之明顯場所。  
落或損傷等影響使用之情形。  
損傷、老化等影響使用之情形。  
壓力指示值在有效範圍內。(CO2滅火  
計不適用此項)  
火器使用之情形(如放置雜物)。  
變、變形及毀損。

Designed and Developed by 數位發  
展中心

# 3.7 防災情資整合



# 導入智慧軌道，延誤大幅下降





# 四、結語

## Metro MARS為桃捷智慧鐵道提供範例

本系統整合多元數據、AI分析與實時監控，創建全方位數位化營運模式，展現技術創新與營運成效，為智慧軌道交通提供範例。

### ✓ 營運安全提升

班距準點率提升，異常通報時間大幅縮短，維修效率顯著提升



### ⚙️ 技術創新整合

多模態數據融合、邊緣運算與雲端協同，建立智慧決策新模式



### 👥 服務品質優化

旅客體驗改善，準點率提高，即時資訊透明化，創造乘車新體驗



Thank you  
for your attention



桃園大眾捷運股份有限公司  
TAOYUAN METRO CORPORATION