

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



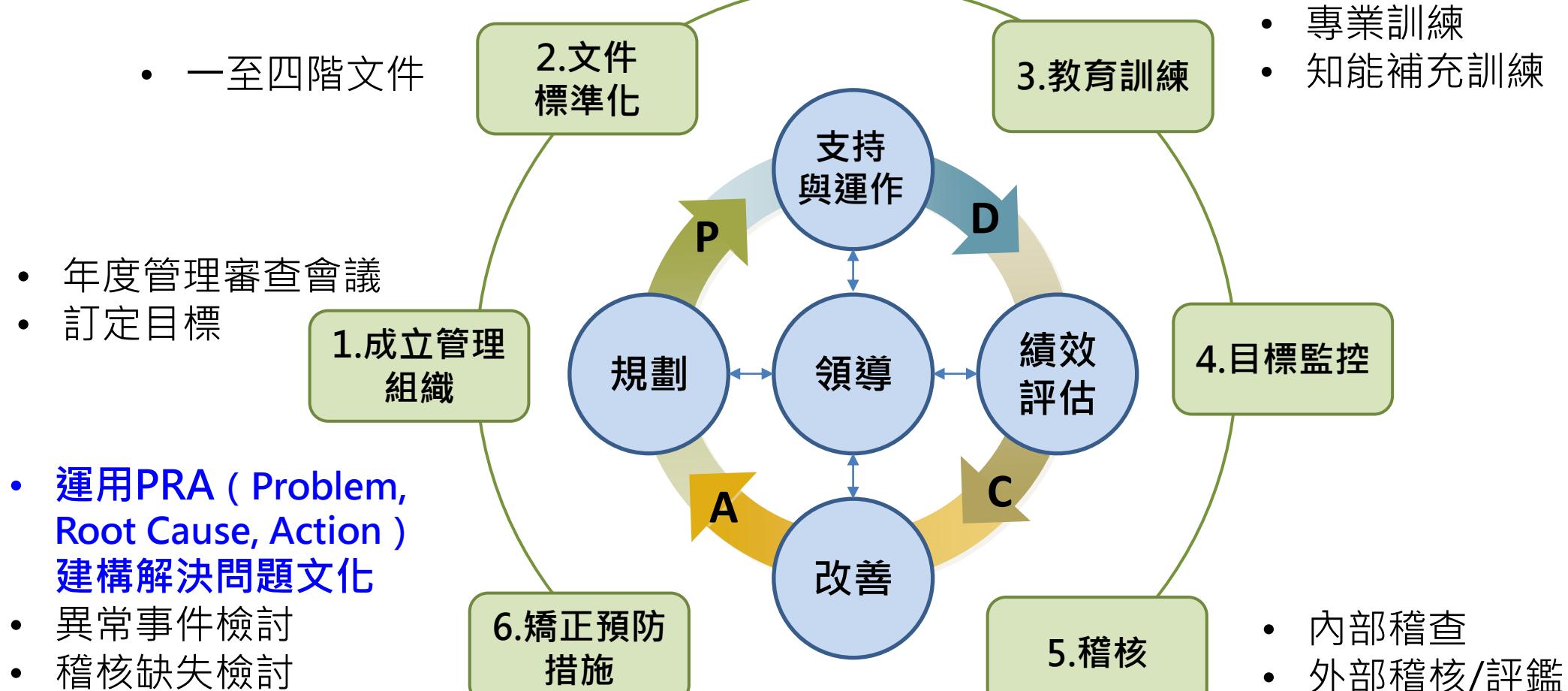
一、前言

- ◎ 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 -



◆ 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)。



安全政策及目標

- 安全政策、目標與資源
- 安全責任與關鍵人員
- 安全文件



安全確保

- 緊急應變
- 事故通報、調查與呈報
- 稽核、審查與評估
- 變動管理
- 持續改善

安全風險

- 安全風險管理
- 設備維護與運轉管理

安全推廣

- 安全教育訓練及適任性管理
- 安全資訊傳達與溝通



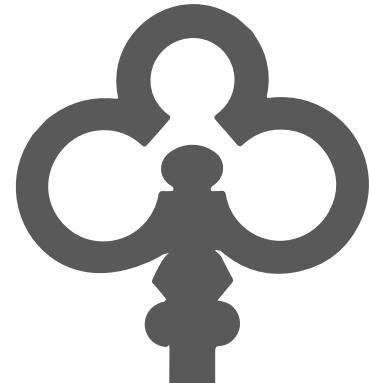
每週召開技安會議

- **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

- 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。

三、智慧鐵道應用- 背景及歷程

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



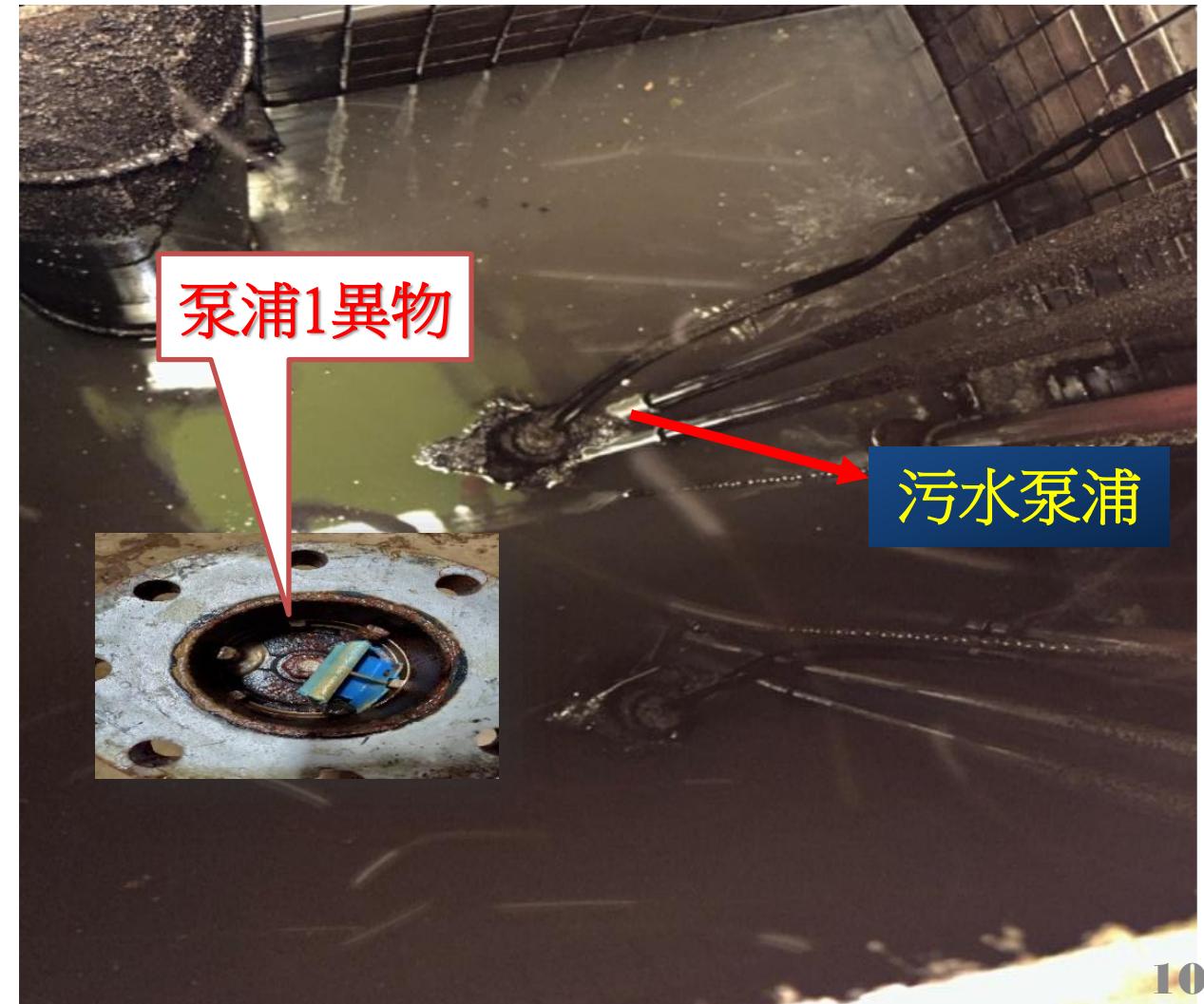
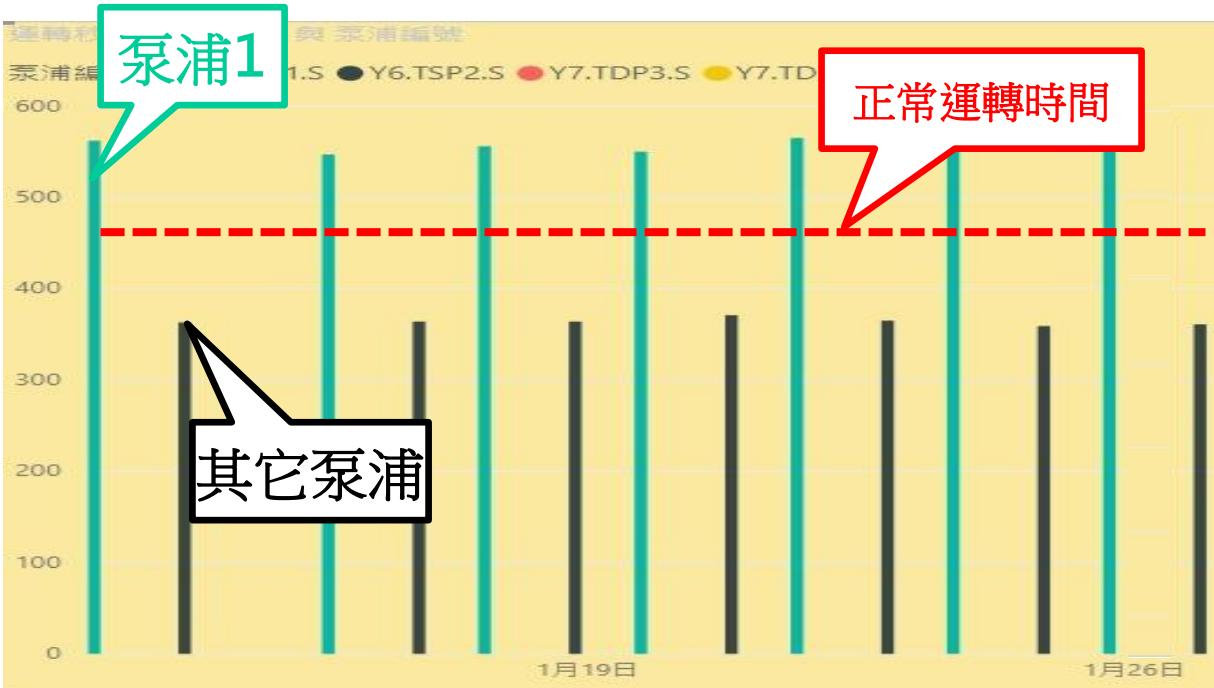
日均運量
+50%
較2019年

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。

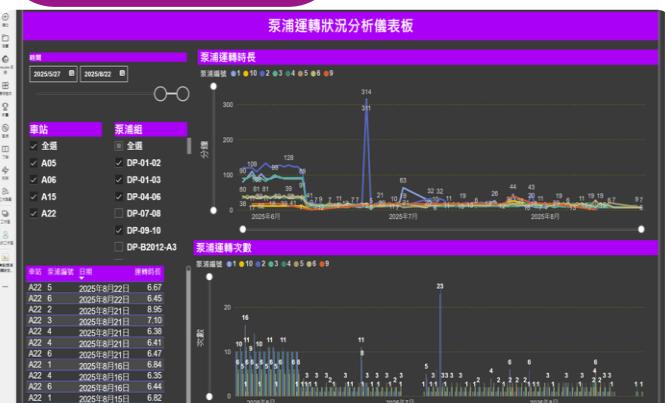
即時監控



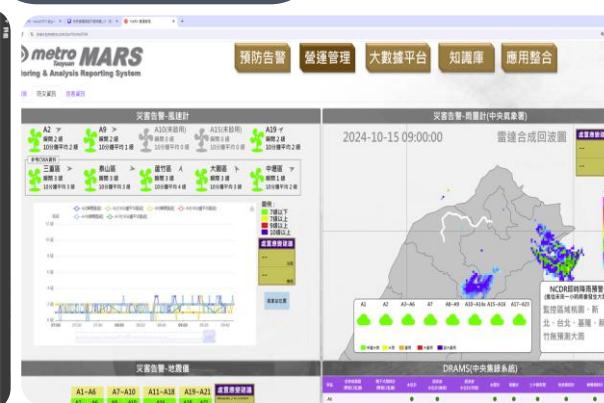
預防維修



大數據分析

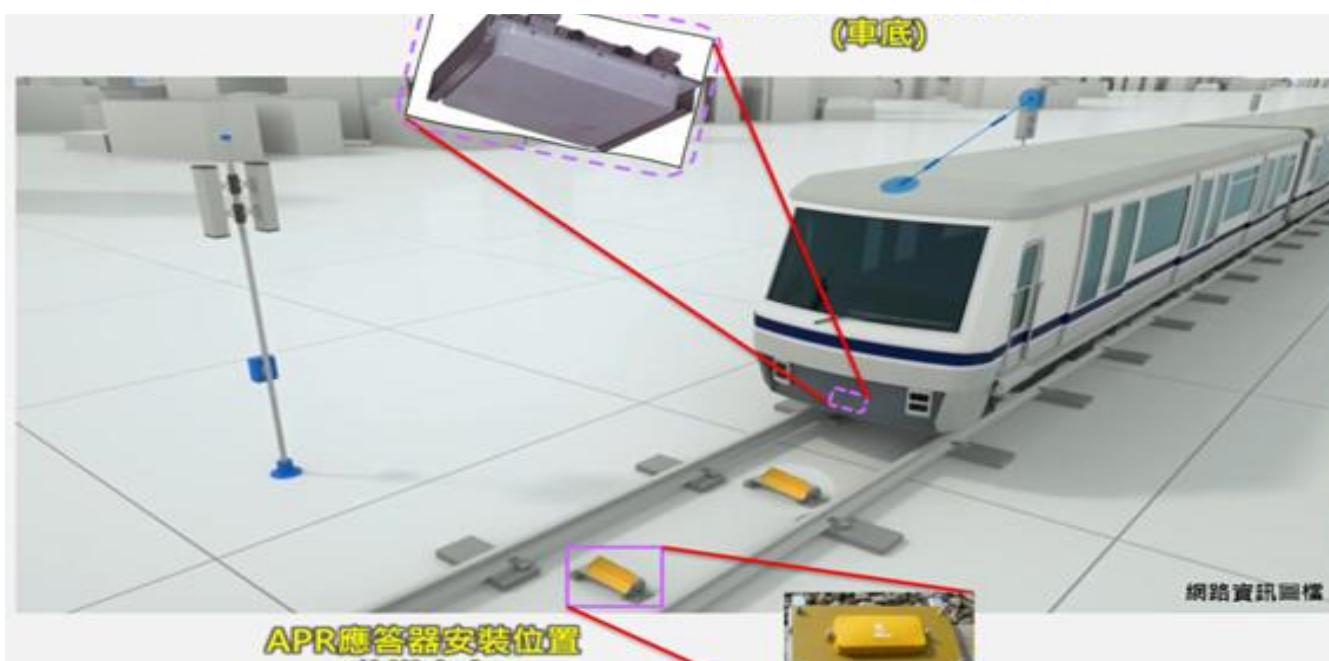


應用整合

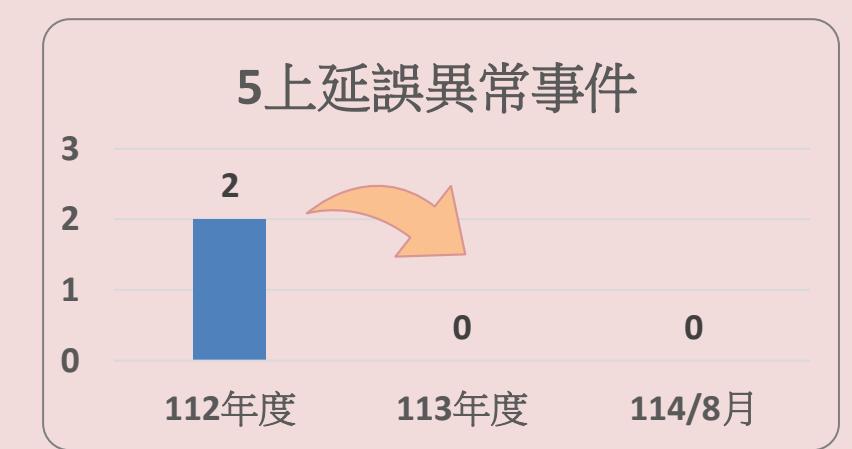


3.1 APR 檢修

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。



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。



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



路網圖

設備總覽



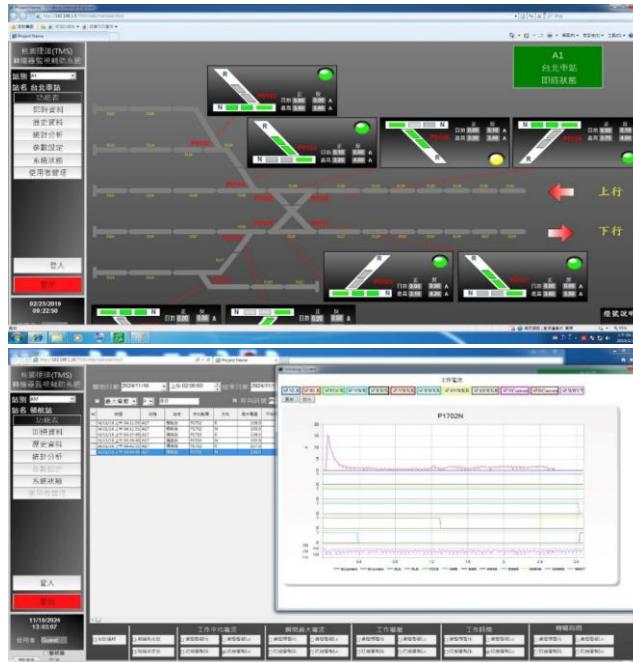
3.3 號誌轉轍器監看系統

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。

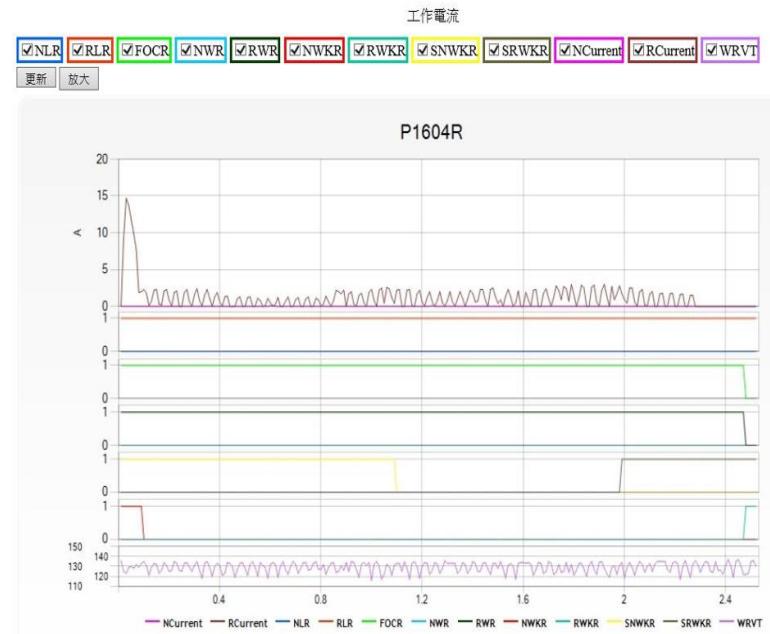
效益

- 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。



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

回播選單
A1 A2 A3 A4 A5 A6 A7 A8 A9 A9a A10 A11 A12 A13 A14 A14a A15 A16 A17 A18 A19 A20 A21 A22

普通車

車次編號

司機員編號

119

504

169

目標速度

列車速度

23km/h

23km/h

列車模式

允行區間

至上站距離

ATO

3694

1118.49m

列車位置

目的碼

至下站距離

更新時間 : 2025/09/22 15:09:05

故障碼

軸碟溫

回播放選單

1119

1219

1319

1419

車門系統
開關門秒數

F	R	R1	R2	R3	R1	R2	R3	L3	L2	L1	L3	L2	L1	L	F
L	L1	L2	L3	L1	L2	L3	R3	R2	R1	R3	R2	R1	R		
16.0	3.1	3.1	3.0	3.0	2.9	2.9	3.0	3.0	3.0	2.9	2.9	2.9	13.0		

推進系統

(1)	(2)	(1)	(2)	(2)	(1)	(2)	(1)
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

空壓機
主儲氣槽壓力

9.36Bar	空壓機	空壓機	9.34Bar
(1)	(2)	(3)	(4)

駐車煞車

(1)	(2)	(3)	(4)
-----	-----	-----	-----

煞車缸壓力
一般煞車

0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00
(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)

空氣彈簧
壓力

B1	B2	B1	B2	B2	B1	B2	B1
3.65	3.16	3.27	3.21	3.13	3.16	2.83	3.30

輔電系統
充電器電壓
充電器/電池溫度

SIV	112V	BC	BT	BT	BC	112V	SIV
-----	------	----	----	----	----	------	-----

空調系統
溫度

CAB	(1)	(2)	(1)	(2)	(2)	(1)	CAB
22	22	22	22	22	22	22	22

SP/SL

(1)	(2)	(1)	(2)	(2)	(1)	(2)	(1)
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

連結器

(1)							(4)
-----	--	--	--	--	--	--	-----

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

重要斷路開關

1119

TLCB

DCCB

ATCB

1419

TLCB

DCCB

ATCB

督普勒雷達1

APR1

ATP A 狀態

EB ATC

督普勒雷達2

APR2

ATP B 狀態

EB 電聯車

ATP C 狀態

PWM 故障

專家系統

.../.../...

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

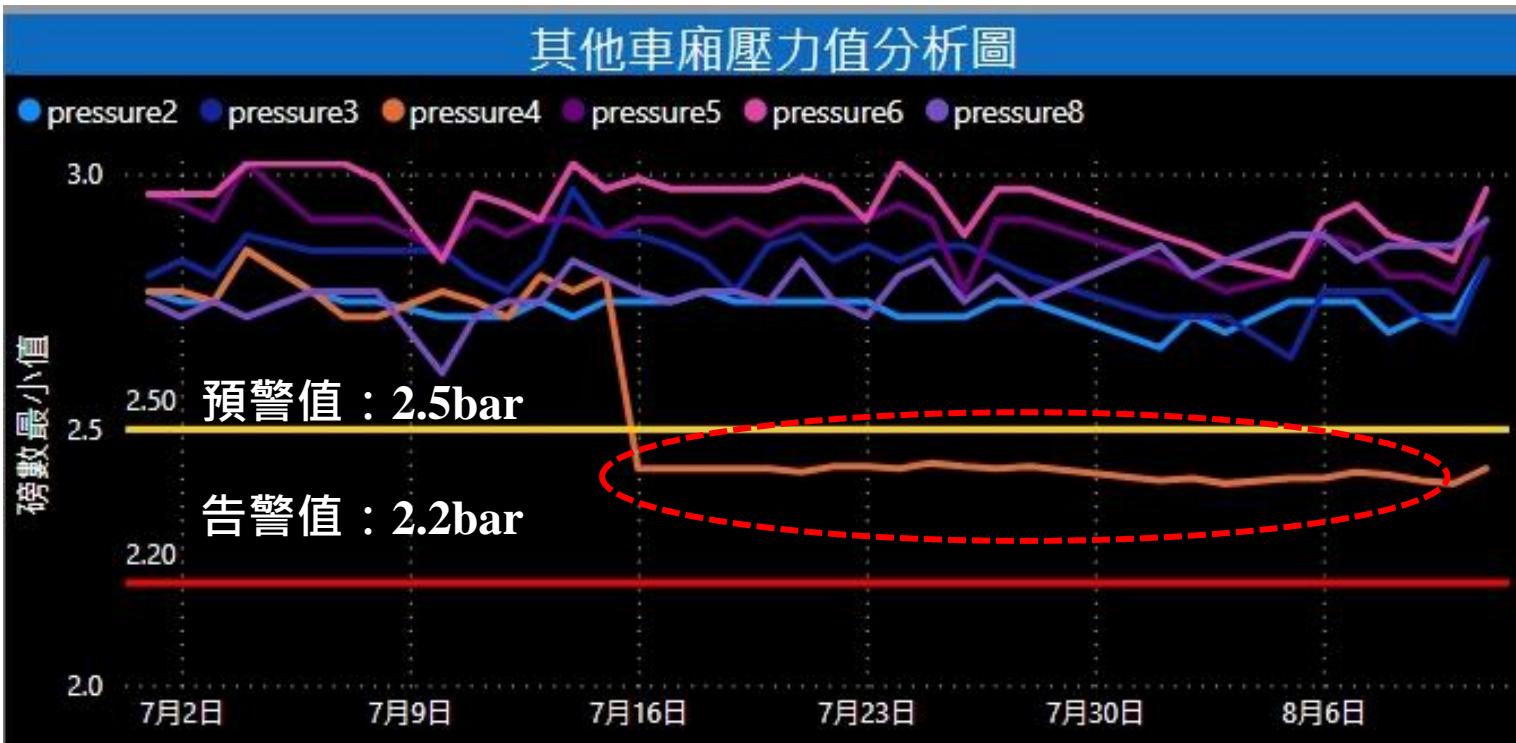
車門系統
開關門秒數

F	R	R1	R2	R3	R1	R2	R3	L3	L2	L1	L3	L2	L1
F	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



02 轉向架系統

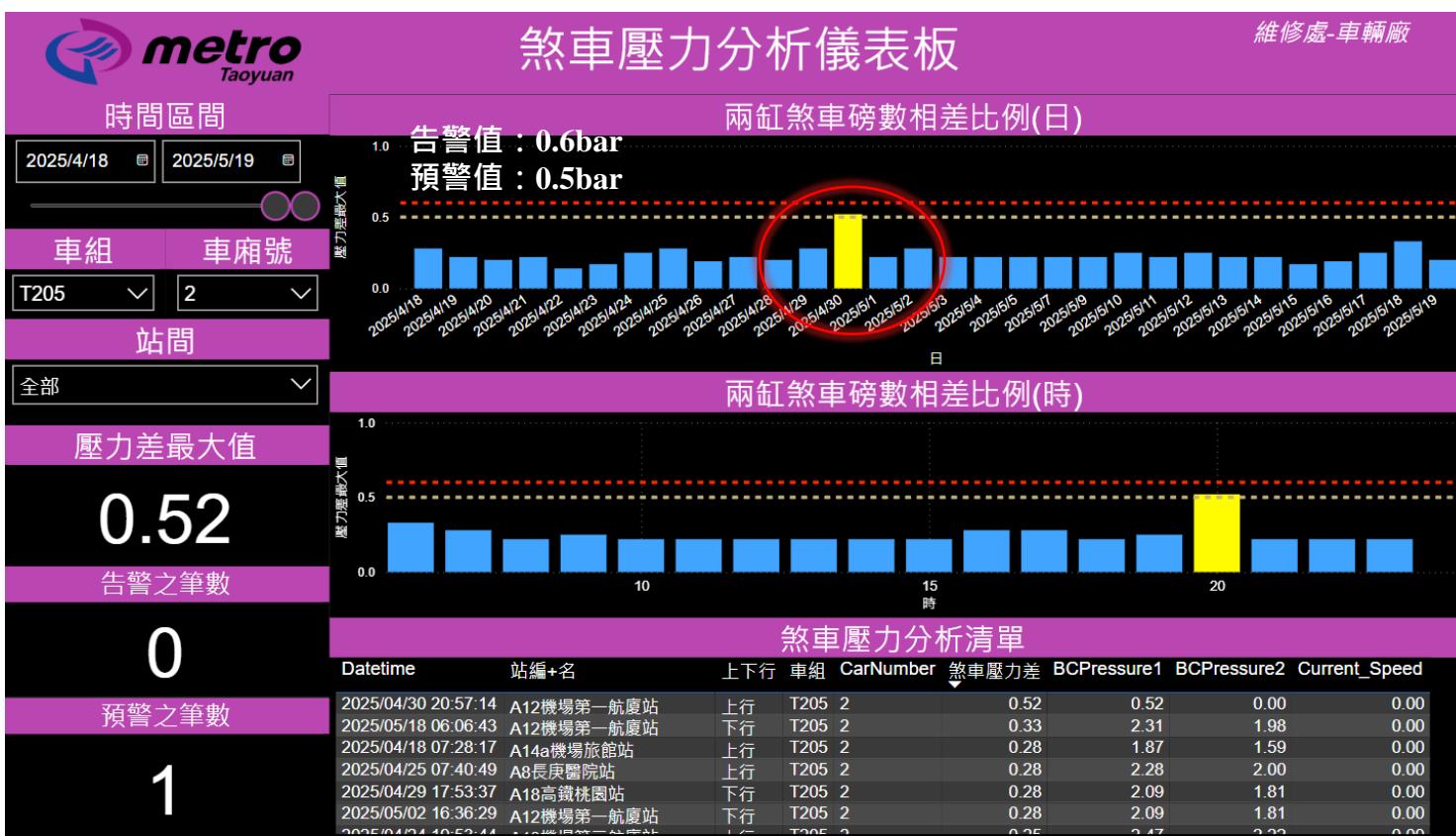
空氣彈簧壓力低於預警值(2.5bar)
發現空氣彈簧龜裂



3.4 電聯車控制及監控系統(CMS)數據擷取

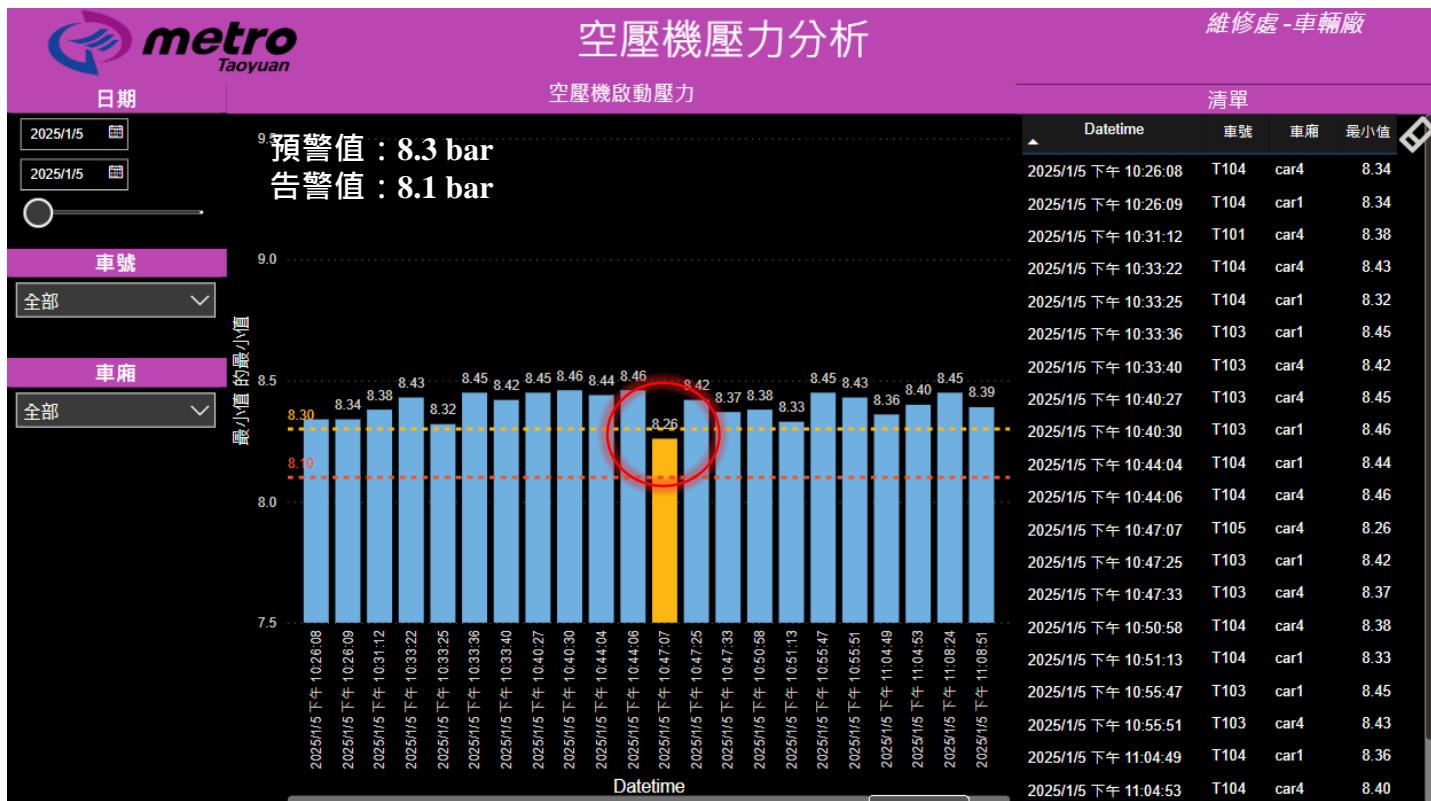
03 煞車系統

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



3.4 電聯車控制及監控系統(CMS)數據擷取

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

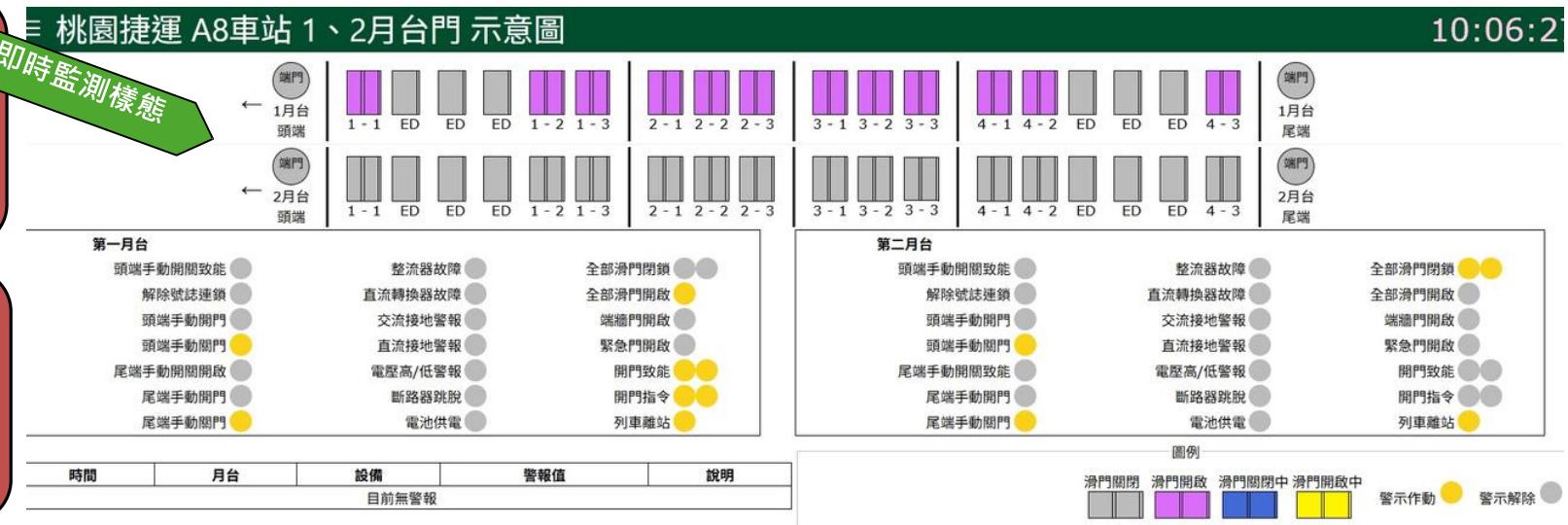
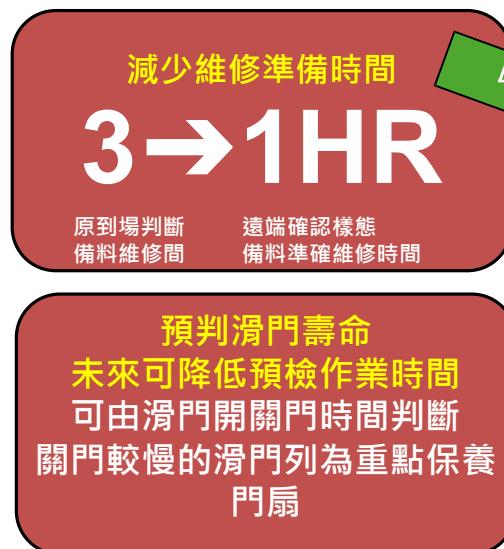
全出力常用煞車

旅客警報

ATP



3.5 月台門智慧監視輔助模組



滑門開關時間履歷

查詢 激出

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

報記錄查詢

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

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

滅火器QR code
線上巡檢系統

改善方案

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

**滅火器清單及檢查情形
(自訂查詢篩選條件)**

總數	3265								
合格	2898								
不合格	2								
尚未檢查	365								
場域	建物名稱/車組編號	權責單位	檢查結果	篩選結果	數量	合格	不合格	尚未檢查	
全部	全部	全部	全部	全部	3265	2898	2	365	
場域	建物名稱	滅火器編號	樓層	位置	滅火器類型	檢測到期日	檢查結果	檢查人員	權責單位
工程車	軌道檢修車	RIV-01	放置樓層NA	後置駕駛室/1支	乾粉 車用10型	2027年4月30日	合格	T02268	勤土廠
工程車	軌道檢修車	RV-01	放置樓層NA	後置駕駛室/1支	乾粉 車用10型	2027年4月30日	合格	T02268	勤土廠
工程車	高空作業車	T25-KEE-3916	放置樓層NA	作業平台/1支	乾粉 車用10型	2027年4月1日	合格	T02268	勤土廠
工程車	高空作業車	T25-KEE-3917	NA	作業平台/1支	乾粉 車用10型	2027年4月12日	合格	T02268	勤土廠
工程車	廢軌車	RGM-01	放置樓層NA	1號轉向架R側/1支	乾粉 YP-007 20型	2026年4月7日	合格	T02268	勤土廠
工程車	廢軌車	RGM-02	放置樓層NA	1號轉向架R側/1支	乾粉 YP-007 20型	2026年4月7日	合格	T02268	勤土廠
工程車	廢軌車	RGM-03	放置樓層NA	3號轉向架R側/1支	乾粉 YP-007 20型	2026年4月30日	合格	T02268	勤土廠
工程車	廢軌車	RGM-04	放置樓層NA	3號轉向架R側/1支	乾粉 YP-007 20型	2026年4月7日	合格	T02268	勤土廠
工程車	廢軌車	RGM-05	放置樓層NA	前駕駛室/1支	二氯化碳 5型	2027年4月30日	合格	T02268	勤土廠
工程車	廢軌車	RGM-06	放置樓層NA	後駕駛室/1支	二氯化碳 5型	2027年4月30日	合格	T02268	勤土廠
工程車	隧道檢修與清潔車	WV-01	放置樓層NA	母車平台上/駕駛室外/1支	乾粉 車用10型	2027年4月30日	合格	T02268	勤土廠
正統/站間設備機房	A06-A07	ML-A0607-1	TRACK	A06-A07聯結通道80K+750	ABC乾粉-20型	2026年4月30日	合格	T02191	勤土廠
正統/站間設備機房	A06-A07	ML-A0607-2	TRACK	A06-A07聯結通道80K+750	ABC乾粉-20型	2026年4月30日	合格	T02191	勤土廠
正統/站間設備機房	A06-A07	ML-A0607-3	TRACK	A06-A07聯結通道81K+008	ABC乾粉-20型	2026年4月30日	合格	T02191	勤土廠
正統/站間設備機房	A06-A07	ML-A0607-4	TRACK	A06-A07聯結通道81K+008	ABC乾粉-20型	2026年4月30日	合格	T02191	勤土廠

管理單位報修 每月底前完成檢查



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滅火器使用之情形。
壓力不適用此項)
地、變形及毀損。

PNGTREE QR CODE
SCAN HERE

Designed and Developed by 數位發展中心

3.7 防災情資整合

metro MARS
Monitoring & Analysis Reporting System

預防告警 营运管理 大数据平台 知识库 應用整合

重量轉測 防災資訊 旅客資訊

災害告警-風速計

顯示多個風速計測站的風速級別，並提供歷史風速圖表。

站點	瞬間 1 級	瞬間 10 分鐘平均 1 級	瞬間 4 級	瞬間 15 級	瞬間 19 級	
A2	瞬間 1 級 10 分鐘平均 1 級	瞬間 1 級 10 分鐘平均 1 級	LCD	瞬間 4 級 10 分鐘平均 1 級	瞬間 2 級 10 分鐘平均 3 級	
A9	瞬間 1 級 10 分鐘平均 1 級	瞬間 1 級 10 分鐘平均 1 級	A15	瞬間 4 級 10 分鐘平均 3 級	瞬間 1 級 10 分鐘平均 2 級	
泰山區	瞬間 1 級 10 分鐘平均 3 級	瞬間 1 級 10 分鐘平均 2 級	一航廈	瞬間 4 級 10 分鐘平均 3 級	二航廈	瞬間 4 級 10 分鐘平均 2 級
三重區	瞬間 1 級 10 分鐘平均 3 級	瞬間 1 級 10 分鐘平均 2 級	中壢區	瞬間 2 級 10 分鐘平均 2 級		

參考CWA資料

風速級別圖例：A2(瞬間風級)、A9(10分鐘平均風級)、A15(瞬間風級)、A19(10分鐘平均風級)、LCD(瞬間風級)、LCD(10分鐘平均風級)、A15(瞬間風級)、A19(10分鐘平均風級)、A19(10分鐘平均風級)。

歷史風速圖表（11:00 - 13:40）

災害告警-雨量計(中央氣象署)

顯示2025-11-17 13:30:00的雨量分布圖，並提供即時降雨預警。

即時降雨預警：暖暖區、貢寮區

DRAMS(中央集錄系統)

車站	橋面降雨	邊坡滑動	河川洪水位	高架構構墩位移
A6	●	●	●	●
A7		●	●	●
A9	●	●	●	●

災害告警-地震儀

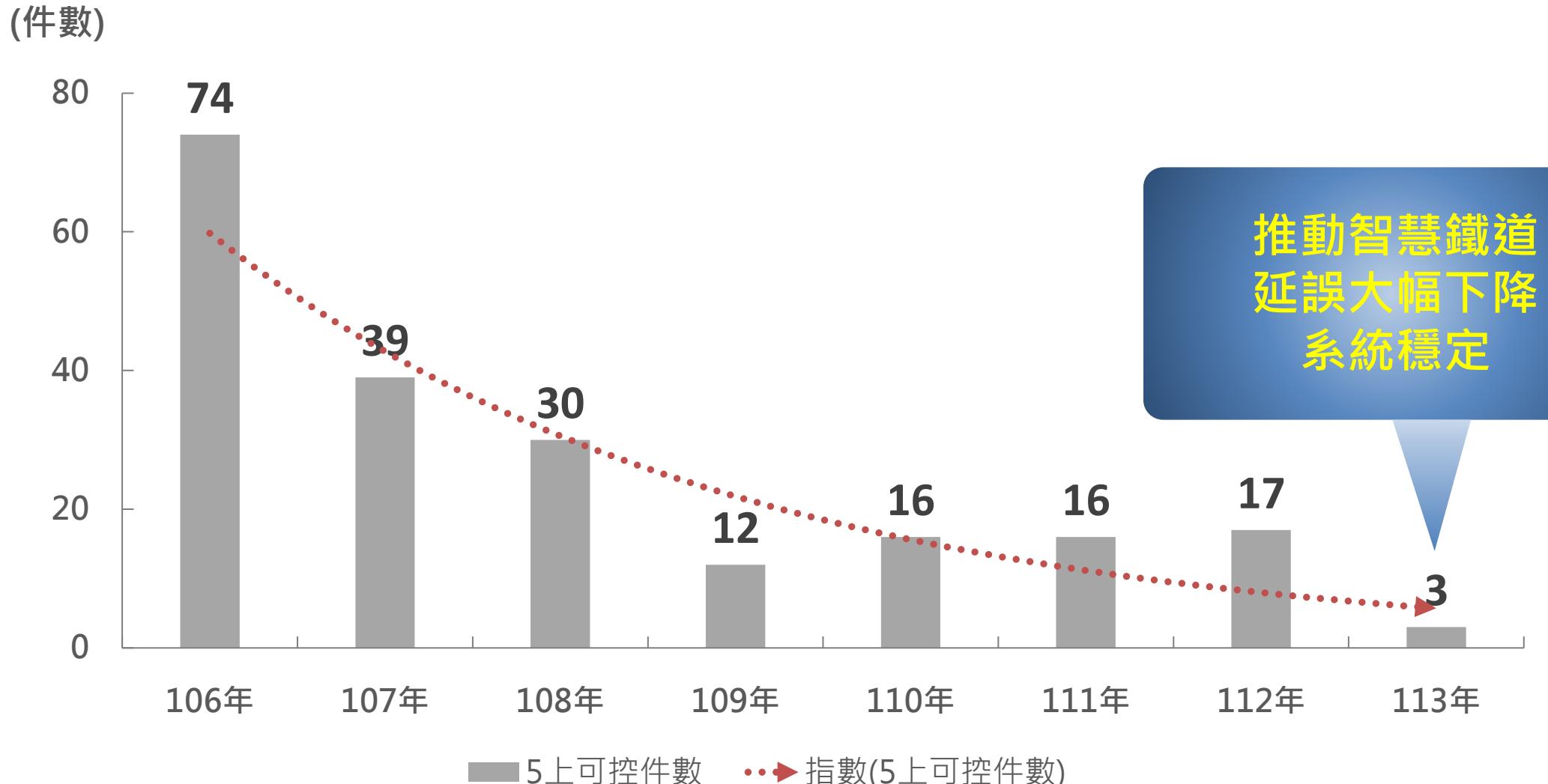
顯示地震儀站點的震度級別。

站點範圍	震度級別
A1~A6	0
A6~A10	0
A11~A18	0
A19~A21	1

處置應變建議：取則避險



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