

臺中捷運股份有限公司 鐵道外物入侵之防範機制

報告人：陳玉明 處長

日期：2024.11.22



大綱

壹

臺中捷運
綠線介紹

貳

外物入侵
事件說明

參

外物入侵
防範精進





壹

臺中捷運綠線介紹

臺中捷運綠線歷程



- 全長約16.71公里
- 全程約35分鐘
- 隔音牆覆蓋率達87%



- 1座主機廠
- 2座主變電站
- 18個車站(16座高架、2座地面)
- 17列自動駕駛電聯車



- 尖峰時段班距：平均4至8分鐘
- 離峰時段班距：平均8至10分鐘
- 深夜時段班距：平均10至20分鐘



列車特色

□ 列車組成：每列車由2節車廂組成，每節10個車門

□ 載運人數：每列車可容536人

(每平方米站立6人計算)

□ 捷運系統：鋼軌鋼輪

□ 駕駛系統：全自動無人駕駛系統

□ 最高營運速度：75km/h

□ 列車設計理念：以「新芽綻放」為設計理念，**透過車體不銹鋼原色搭配綠色塗裝**，展現新芽茁壯、強韌生命力意象

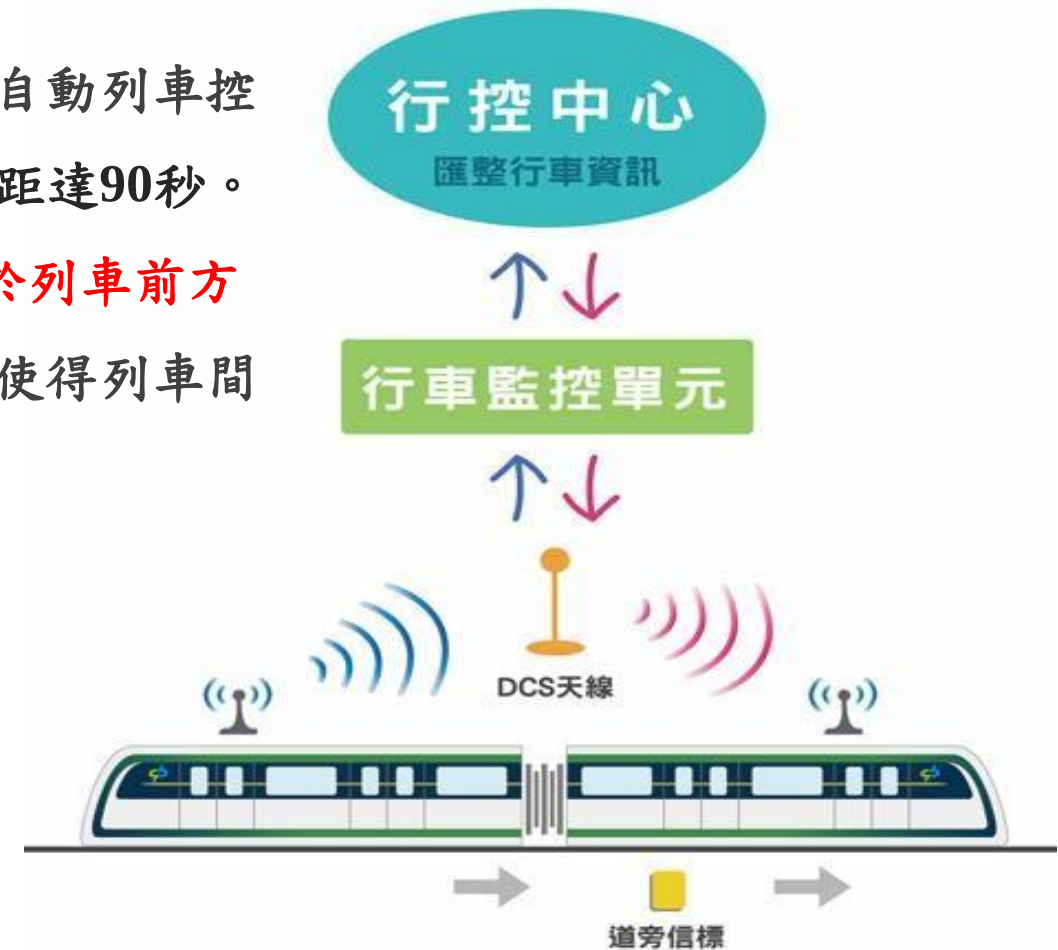
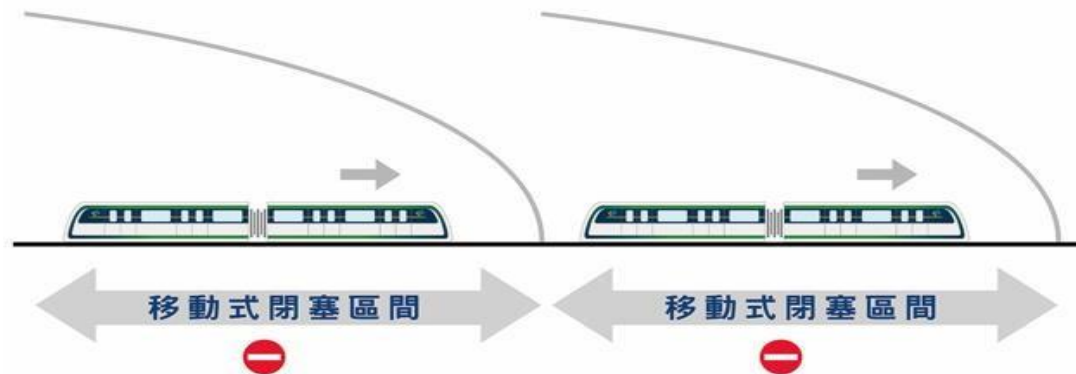


控制系統特色-通訊式列車控制系統(CBTC)

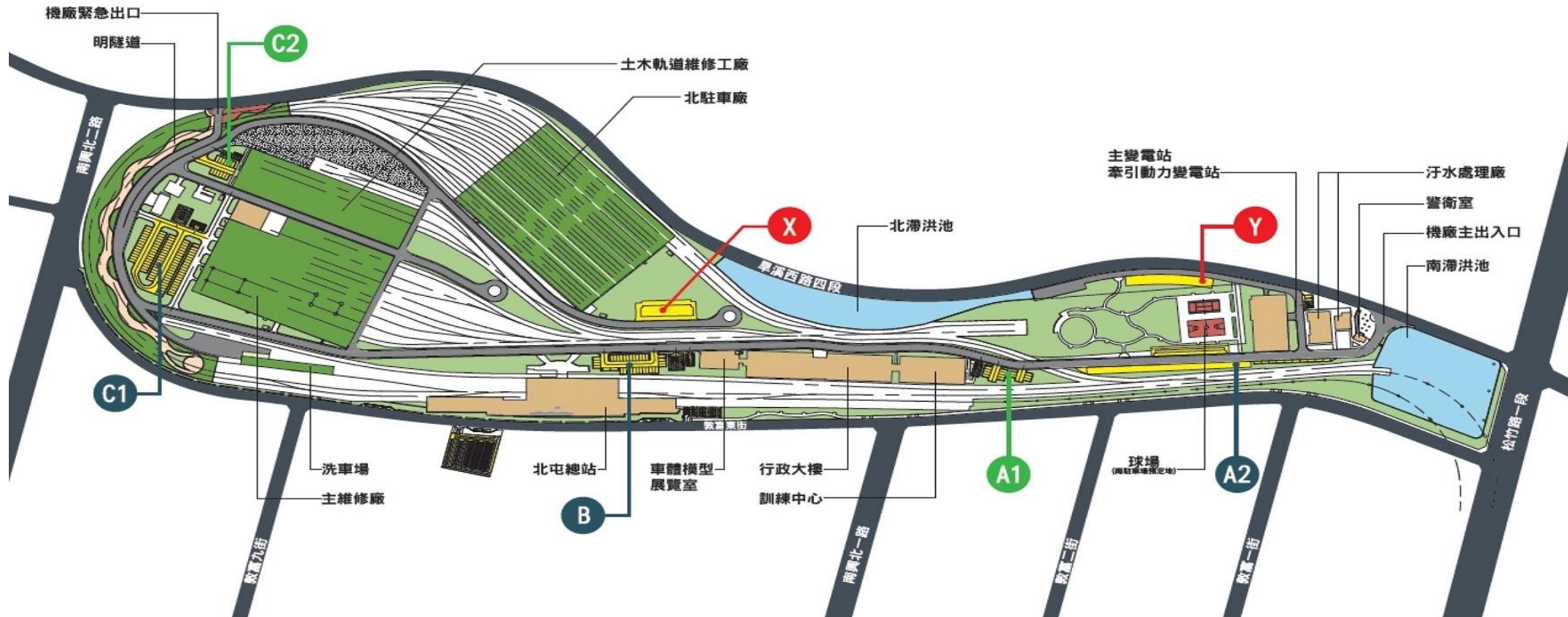
- 採用通訊式列車控制系統(Communication Based Train Control System, CBTC)

利用無線電通訊方式達到列車與軌旁設備間雙向通訊的自動列車控制，屬「**移動式閉塞區間**」之運用，系統可提供最小班距達90秒。

- 移動式閉塞區間(Moving Block)，**以單一系列車為中心，於列車前方及後方建立安全距離，且安全距離跟隨著列車之移動，使得列車間彼此不互相侵犯。**

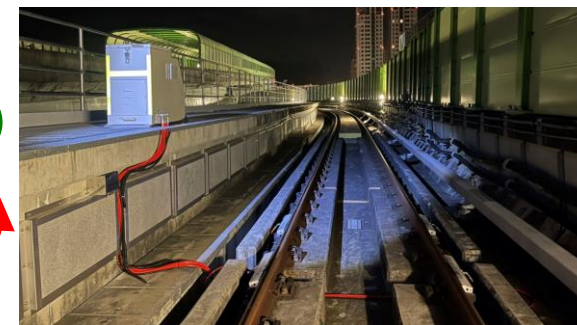


臺中捷運公司北屯機廠配置圖



五級維修功能主機廠，設置主維修工廠、檢修工廠、維修及檢修股道群、駐車廠、洗車廠等維修設施，機廠內也設置行政大樓(含行控中心、辦公室等)、訓練中心，變電站等附屬設施。

軌道彎道降噪－位置



舊社站至北屯總站上行
轉彎半徑100m

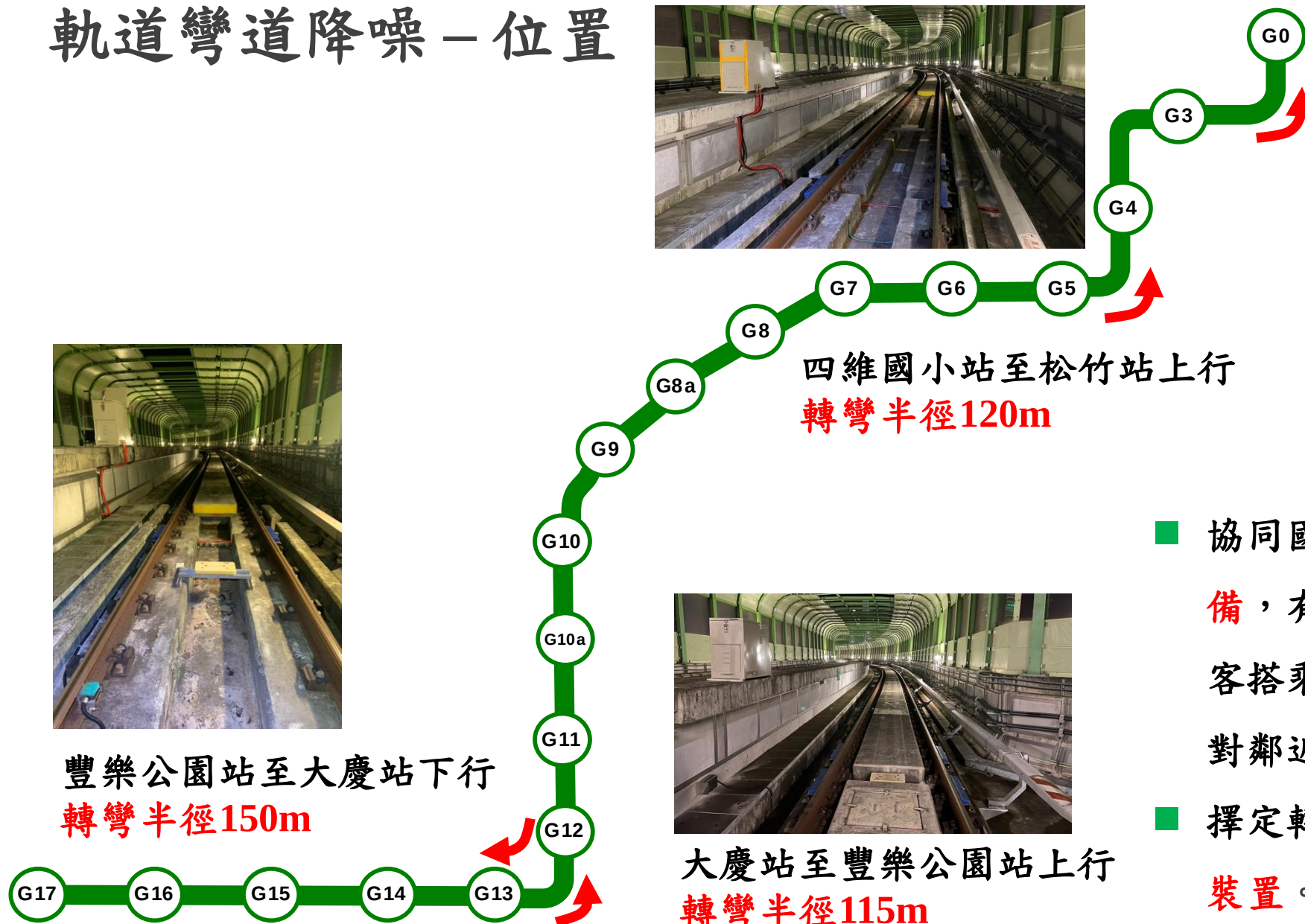
四維國小站至松竹站上行
轉彎半徑120m



大慶站至豐樂公園站上行
轉彎半徑115m



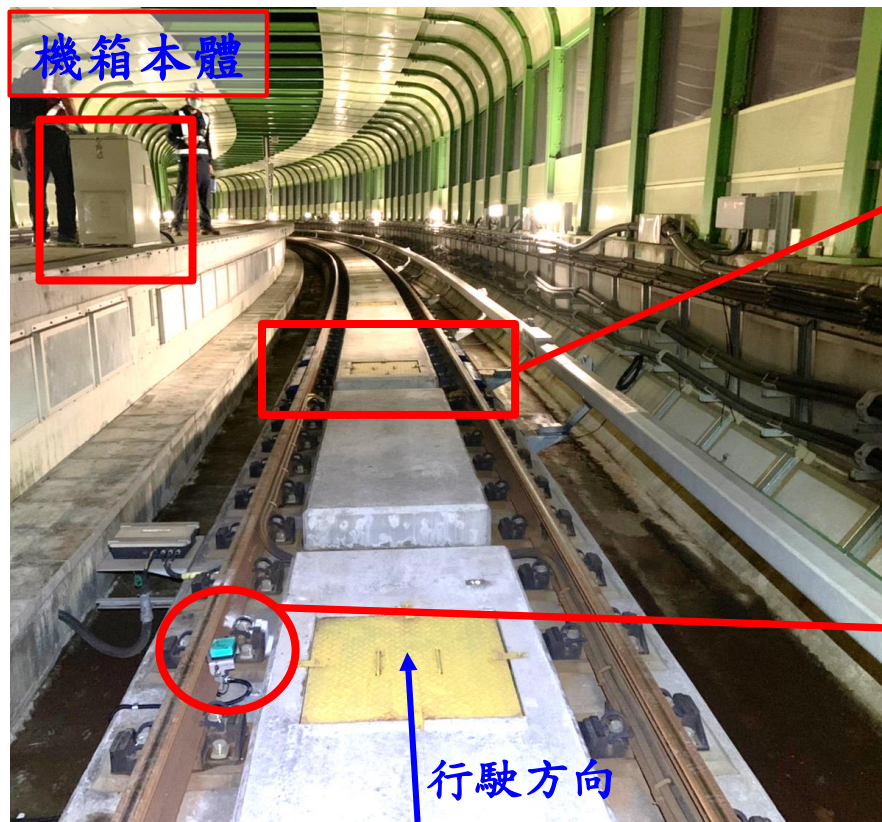
豐樂公園站至大慶站下行
轉彎半徑150m



- 協同國內廠商開發軌道之潤滑設備，有效降低摩擦噪音，提升旅客搭乘之舒適品質，並減少噪音對鄰近住戶干擾。
- 擇定轉彎半徑較大處共裝設4套裝置。

軌道彎道降噪－設備

- 列車行駛通過計軸器，依設定通過車軸數，啟動塗佈設備輸出塗佈劑於鋼軌踏面，並經車輪行駛轉動將劑量塗佈於曲線段鋼軌踏面，以達降噪及防磨效果。
- 該設備以手機APP監控，並抓取氣象署降雨機率預報，自動提前啟閉設備。



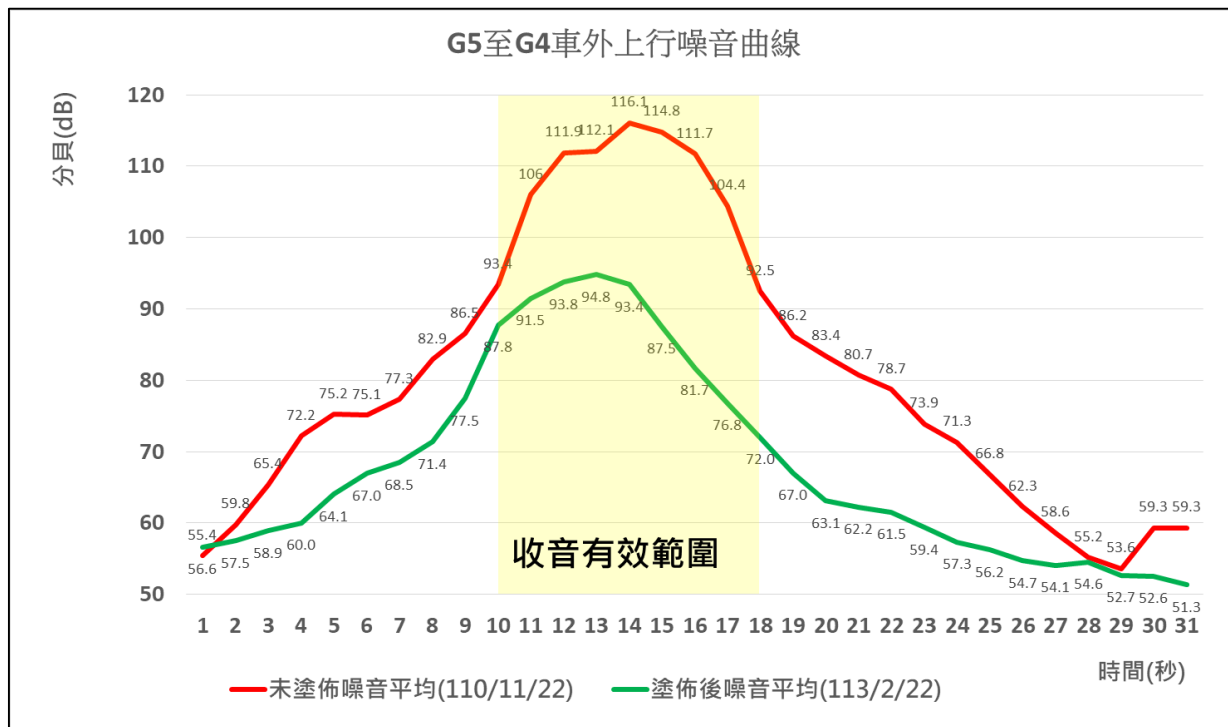
1. 連線狀態
2. 啟動狀態(可調整)
3. 塗佈狀態
4. 現場雨況
5. 道旁最大噪音值
6. 油箱油量
7. 塗佈劑量(可調整)
8. 雨後乾燥期設定(可調整)
9. 塗佈排程設定(可調整)
10. 機箱內溫度

手機APP監控畫面及監控項目

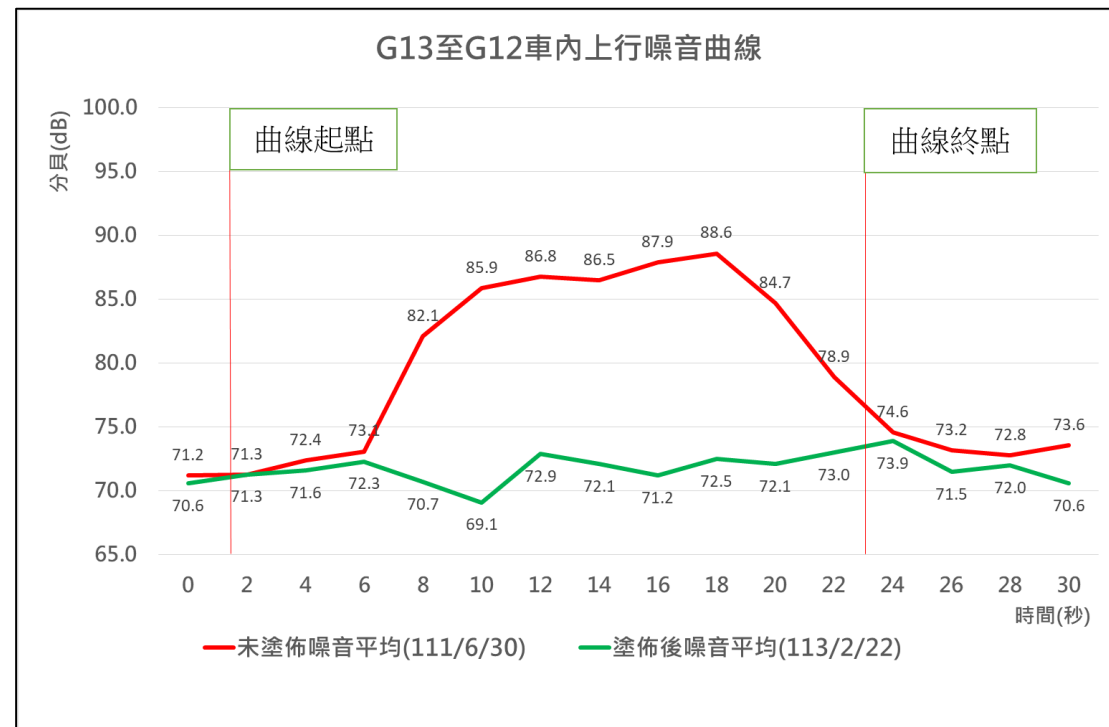
軌道彎道降噪－成效

■ 經比較使用前後之降噪成效，**已具降噪成效**，可滿足目前全線降噪需求。

1. 舊社站至北屯總站站上行，車外約**10.2dB**，車內約**7.3dB**。
2. 四維國小站至松竹站站上行，車外約**21.3dB**，車內約**13.9dB**。
3. 豐樂公園站至大慶站站下行，車外約**17.8dB**，車內約**11.6dB**。
4. 大慶站至豐樂公園站站上行，車外約**19.8dB**，車內約**16.8dB**。



車外降噪成效：最大降噪量約**21.3dB**



車內降噪成效：最大降噪量約**16.8dB**



貳

外物入侵事件說明

事件摘要

112年5月10日12時27分，捷運路線旁建案所興建之建築物樓頂，進行塔式起重機桁架拆除作業時桁架掉落，造成中捷公司一列開往高鐵臺中站之列車，在豐樂公園站與大慶站間下行軌，撞及侵入軌道之塔式起重機桁架，造成列車車頭毀損及運行方向右側車門脫落。本次事件造成1名乘客死亡，15名人員受傷（1名隨車站務員及14名乘客）。



事件肇因

塔式起重機桁架拆除作業，於移除桁架根部一側插銷後，以棘輪扳手置於插銷孔暫時固定，因該扳手尺寸比插銷孔徑小，故桁架該側略為上浮未能與另一側耳板保持平行，無法順利鬆脫另一側插銷。遂以旋轉拆除機方式調整塔式起重機桁架之角度以利拆除，旋轉過程中可能以斜拉方式超過極限斜拉角，導致拆除機多處桿件承受到足以彎折或挫曲之壓力而發生挫曲斷裂，造成塔式起重機桁架墜落。



畫面取自運安會調查報告



捷運緊急停車設備



- ◆ 手動駕駛台之緊急煞車鈕：
臺中捷運為自動控制之無人駕駛系統，手動駕駛台內之緊急煞車按鈕，係人員於手動駕駛時，遇緊急狀況可立即按壓停止列車運轉，非設計在列車自動駕駛時，讓人員遇緊急狀況時使用。手動駕駛台蓋板平時為上鎖狀態，需15至16秒才能完成開啟蓋板按壓緊急煞車按鈕，人員恐難於短時間內完成開啟蓋板並按下緊急煞車按鈕，難以達到立即停止列車運轉之目的。

捷運安全設備及功能



◆ 車內車門釋放把手：

設置於車廂內每一車門旁，供人員於列車停車狀態下緊急疏散開啟列車車門，當列車在自動駕駛中遇異常狀況時，系統會將車門釋放把手鎖定，無法達到操作開啟車門停止列車運轉之目的。此把手為列車停車逃生疏散開門使用，非緊急停車需求使用。

捷運安全設備及功能



◆ 車內緊急按鈕：

設置於車廂內每一車門旁，供車廂內人員視情況需站務人員協助時按壓，人員按壓此按鈕後，行控中心會收到訊息，若列車尚未離站會駐留於該站，但若列車已運轉於兩站之間，則會繼續運轉至下一站再停車駐留。此按鈕為協助列車駐留於車站月台需求使用，非緊急停車需求使用。

捷運安全設備及功能

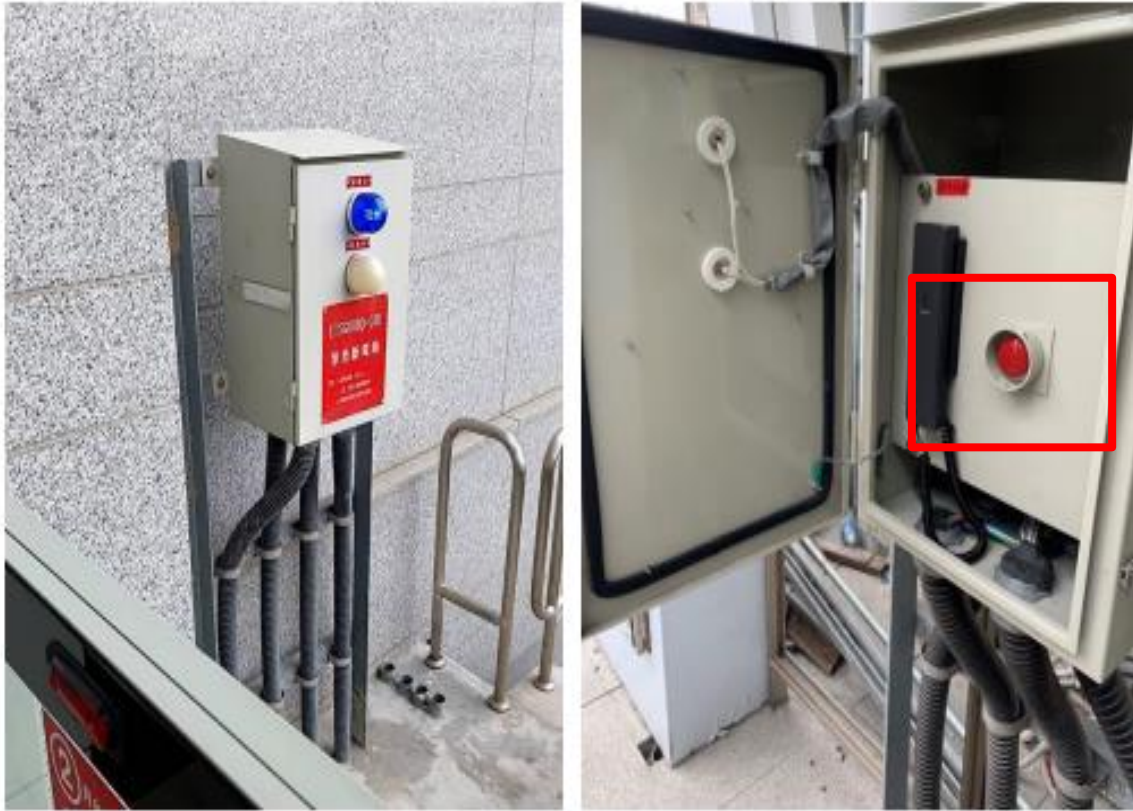


◆ 車內緊急對講機：

每節車廂配置4具對講機，供車廂內人員視情況需站務人員協助時按壓，人員按壓此按鈕後，行控中心會收到訊息，閉路電視會鎖定按壓位置畫面，接通後可與行控中心聯絡，非緊急停車需求使用。



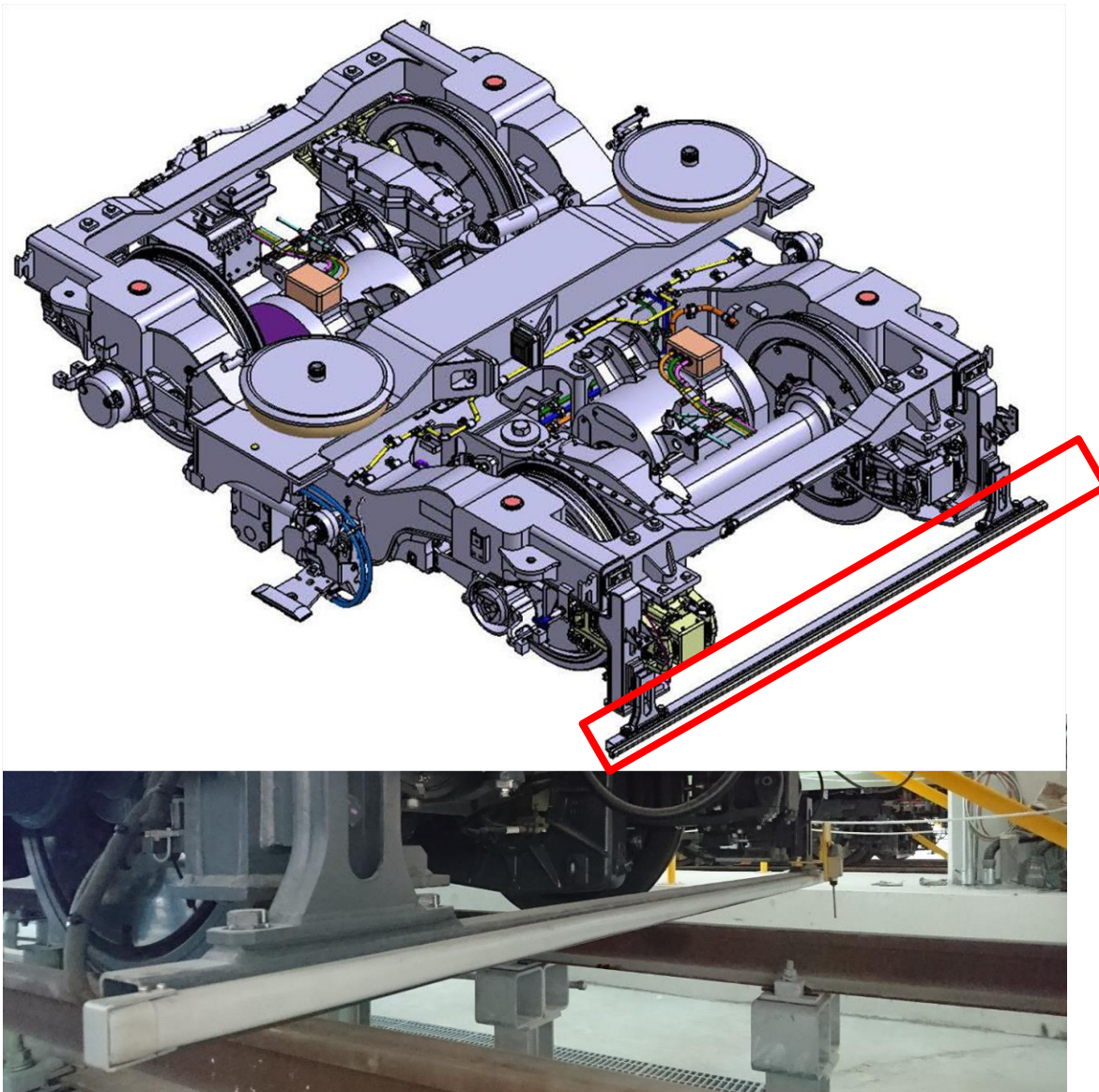
捷運安全設備及功能



◆ 緊急斷電箱：

為避免人員於軌道區作業時感電，設有緊急斷電箱以利人員於進入軌道區作業前操作執行斷電。另依系統設計，運轉中之列車遇第三軌供電中斷時，仍會以慣性惰行運轉而不會立即停車。**此按鈕為下軌道作業之防護使用，非緊急停車需求使用。**

捷運安全設備及功能



- ◆ 列車障礙物偵測裝置：
設置於列車運行方向之第一轉向架，屬於非主動式障礙物入侵偵測系統，**目的**係當列車於運轉過程中撞及軌道上障礙物時，能立即啟動緊急煞車降低列車損害，而並非防止列車撞及障礙物。



外物入侵防範精進

精進作為

一、設置車站緊急停車按鈕

自112年6月進行緊急停車按鈕研析測試及採購，**每一側月台各設置2具緊急停車按鈕**，**每一車站共裝設4具**，市政府站月台率先於112年9月6日完成安裝啟用，另於10月13日完成**全線18個車站增設**啟用。



精進作為

二、險阻手作號誌

規範若車站人員發現影響行車運轉、人員安全等緊急情事，可運用緊急停車之險阻手作號誌，提醒適當人員停止列車運轉。



精進作為

三、緊急停車通訊用語

遇緊急狀況時使用簡式通訊用語。

簡式通訊用語範例：現場單位回報行控中心為「**XX站長呼叫OCC，X月台緊急停車，OVER。**」



現場單位簡式用語通知行控中心



行控中心控制工程師接獲通知回應

精進作為

四、緊急停車決策之授權

規範若人員發現影響行車運轉、人員安全等緊急情事，停靠月台列車須立即暫停發車，**應立即優先阻止列車出發後再回報行控中心。**



阻擋月台門關閉



阻擋車門關閉

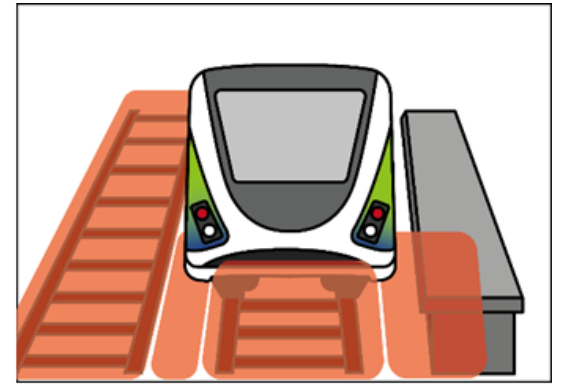
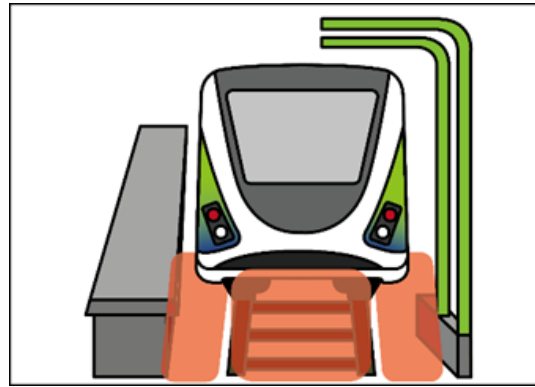
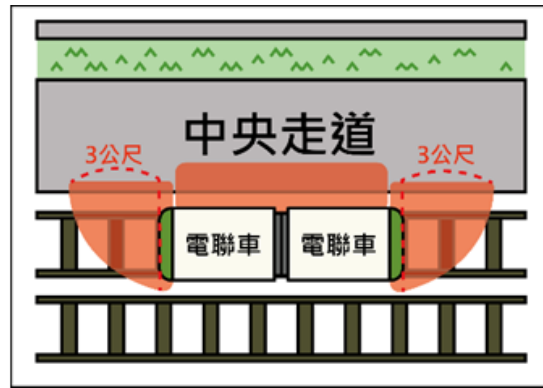
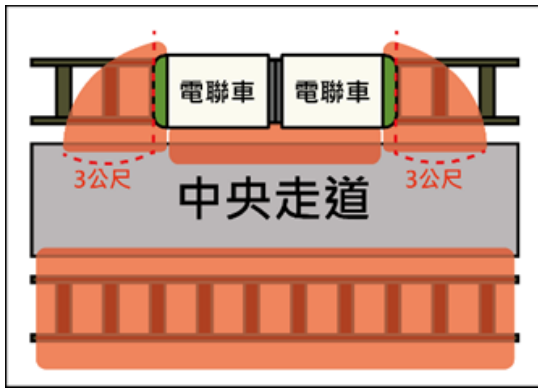


按壓列車緊急按鈕

精進作為

五、事故後列車巡檢程序

若發生異常事件致列車車廂非屬完整狀態，執行下軌道疏散時應分兩階段進行車體周遭、車下空間及軌區巡視，確認有無人員受困。



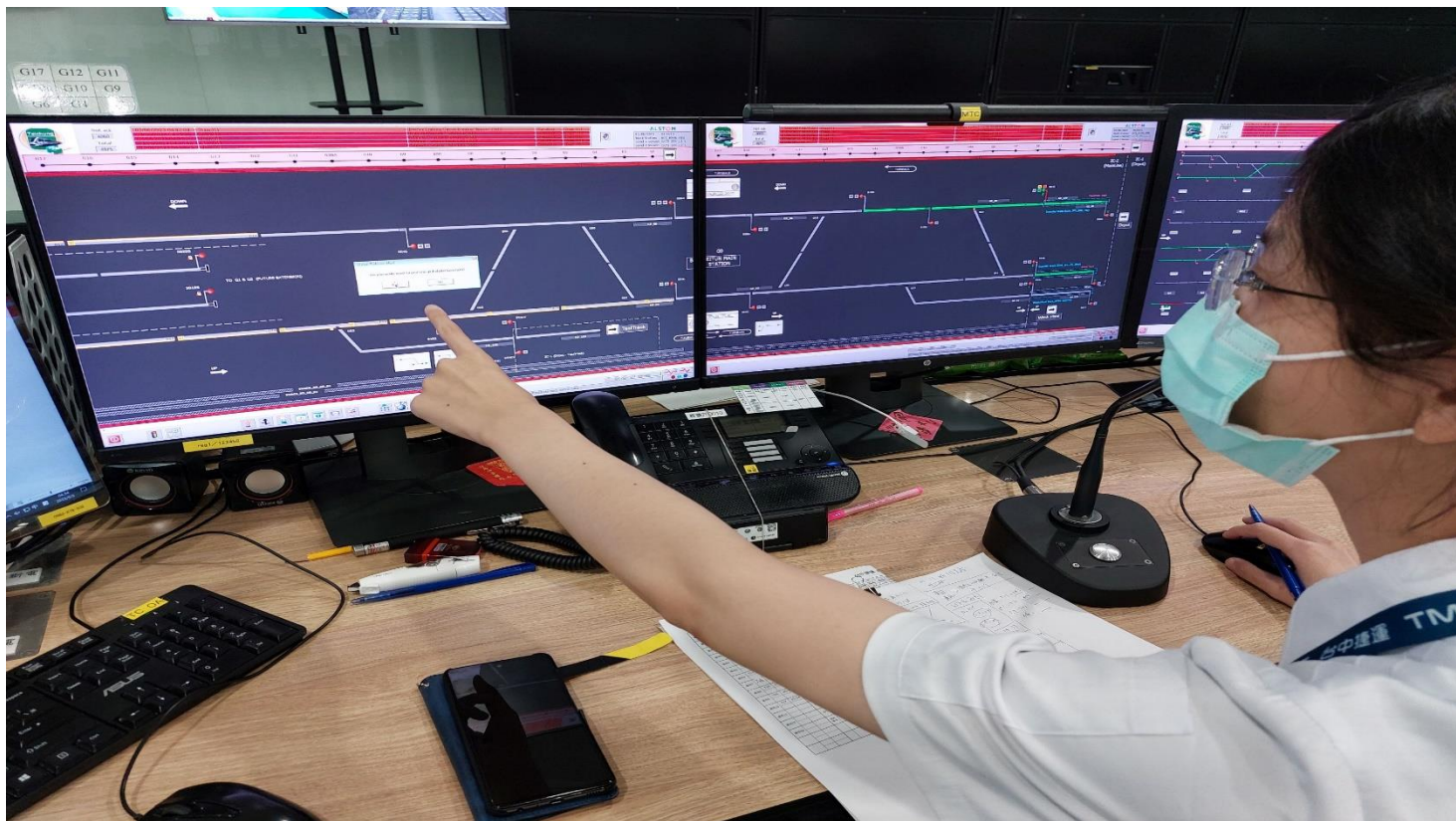
第1階段：疏散隊伍由當站值班站長確認人員皆離開列車，於隊伍後方由中央走道巡視兩端車頭軌區、車廂與中央走道間隙、以及鄰軌。

第2階段：鄰站值班站長由軌道區至事件列車，巡視軌道區及車下狀況：面向車頭蹲下檢視，確認車下空間有無人員受困。

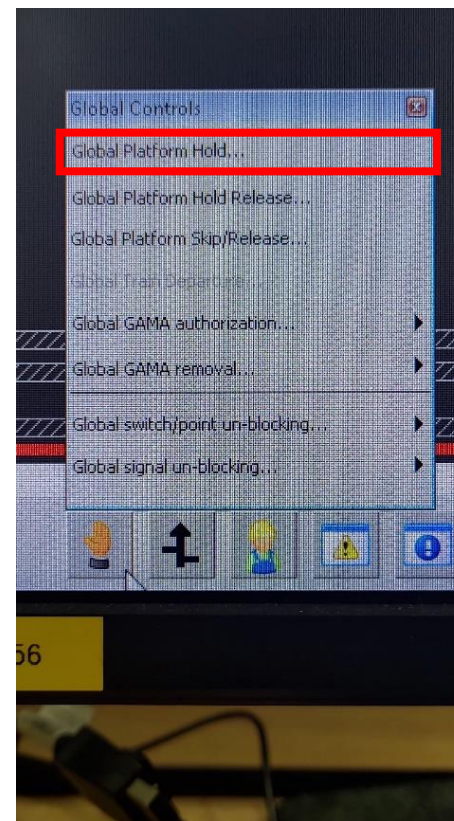
精進作為

六、第三軌“或”車站設備電力異常時處理方式

第三軌（供電軌）或車站設備電力異常時，實施全線列車駐留月台並安排異常區段巡檢作業。巡檢結果正常，再安排列車發車。



全線列車駐留月台操作介面



精進作為

六、第三軌“及”車站設備電力伴隨異常時處理方式

第三軌（供電軌）及車站設備電力同時異常時，**按壓全線緊急斷電按鈕**，**同時實施全線列車駐留月台**並安排異常區段巡檢作業。巡檢結果正常，再行送電與安排列車發車。



主線與機廠第三軌緊急斷電按鈕設置位置



主線與機廠第三軌緊急斷電按鈕

精進作為

七、旅客安全意識宣導

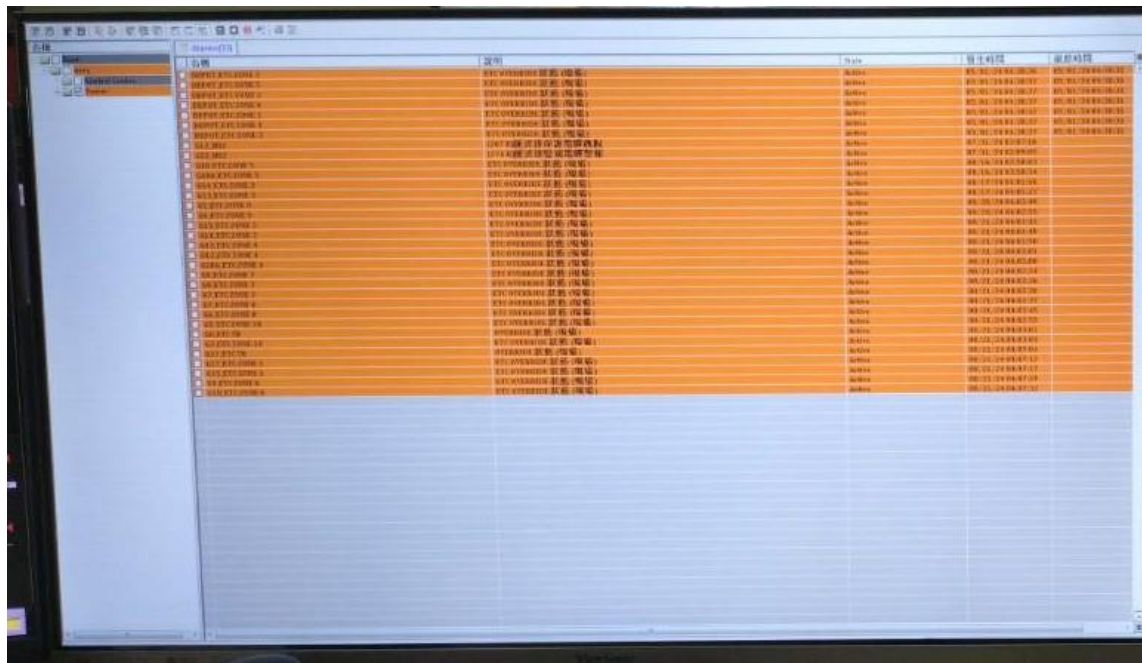
以**官網**、**車站廣播**、**跑馬燈**、**列車及月台門廣告版**位，宣導月台「**緊急停車按鈕**」設置之位置及使用時機，亦透由**臉書粉絲專頁**及**車站電視螢幕**播放宣導影片，引導旅客於緊急狀況時**操作設備應變機制**，強力宣導**提升旅客安全意識**。



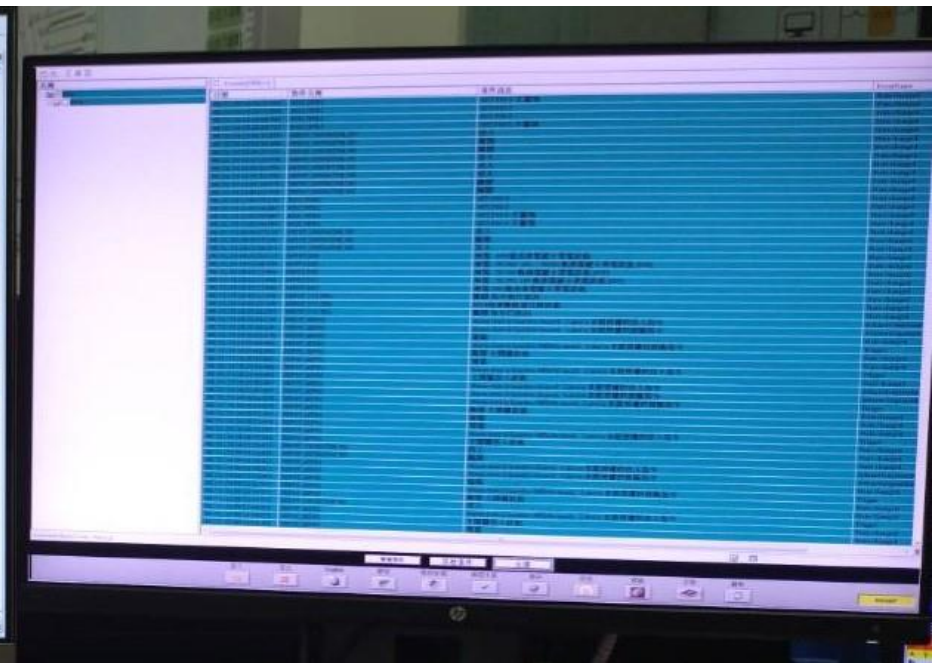
精進作為

八、監控/告警系統之資訊/告警顯示設計

捷運綠線監控告警系統設計**均符合工程規範**，且本系統於**國外捷運系統亦有使用實績**。原電力工作站配置之24吋告警顯示螢幕，**本公司亦改採購32吋螢幕顯示器**，使**文字尺寸顯示比例放大**，以降低控制工程師對告警處置時之認知負荷與反應時間。



32吋告警螢幕

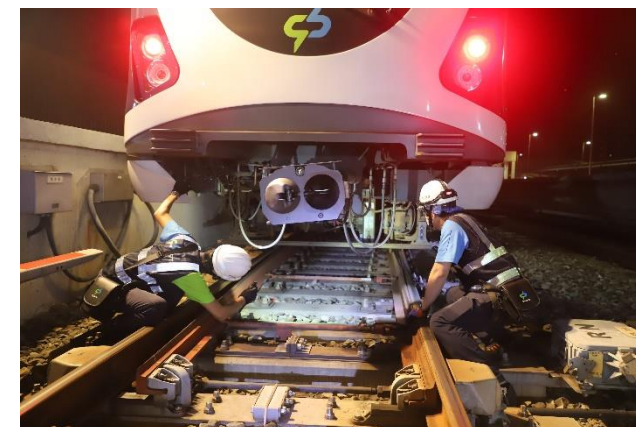
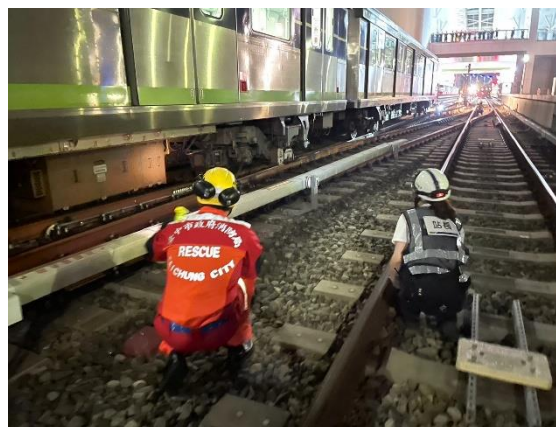
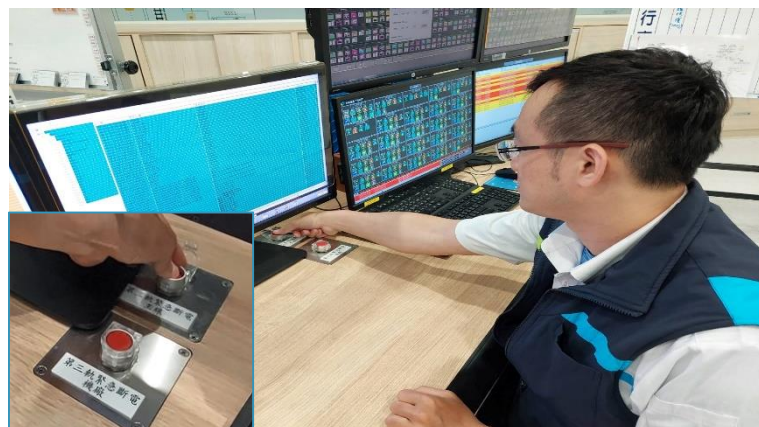
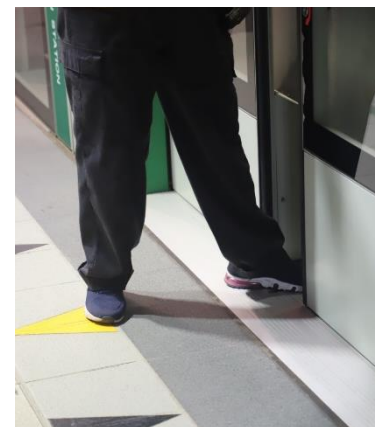


24吋事件螢幕

精進作為

九、強化演練

辦理多場次演練，模擬外物入侵軌道區，運用按壓月台緊急停車按鈕、阻擋月台門或列車車門關閉、按壓列車緊急按鈕等方式，驗證各項精進作為之成效。



精進方向

◆ 主動式障礙物入侵偵測系統：

利用系統預先偵測到侵入軌道上之障礙物，以達到**預先告警並降低列車撞及障礙物之機率**。0510事件後本公司分別與國內外14個科技團隊以座談會議、視訊會議研析解決方案，主要分成為以下兩大方向：

1. **車載光達：**

採用光達**安裝於電聯車前端**進行障礙物偵測，達成障礙物主動掃描並回傳告警及CCTV畫面至行控中心（本公司採行POC方式）。(POC：概念性驗證Proof of Concept)

2. **道旁光達：**

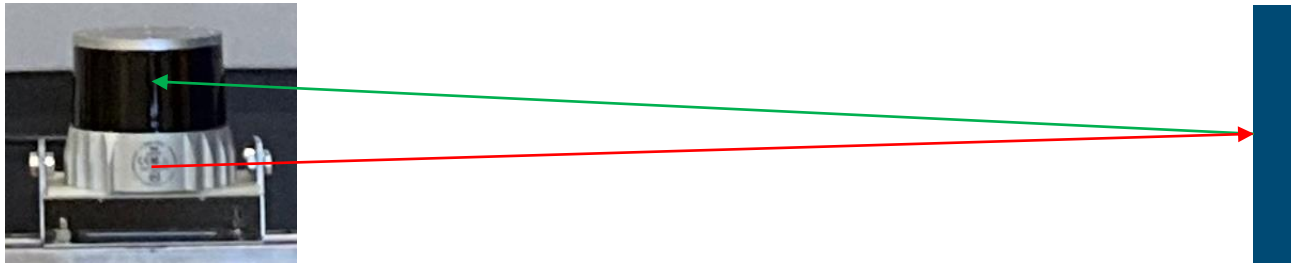
以**沿線布設**光達方式達成障礙物主動掃描方式並回傳告警及CCTV畫面至傳行控中心。

精進方向

◆ 光學雷達或稱光達，LIDAR英文全名：Light Detection and Ranging

◆ 工作原理：

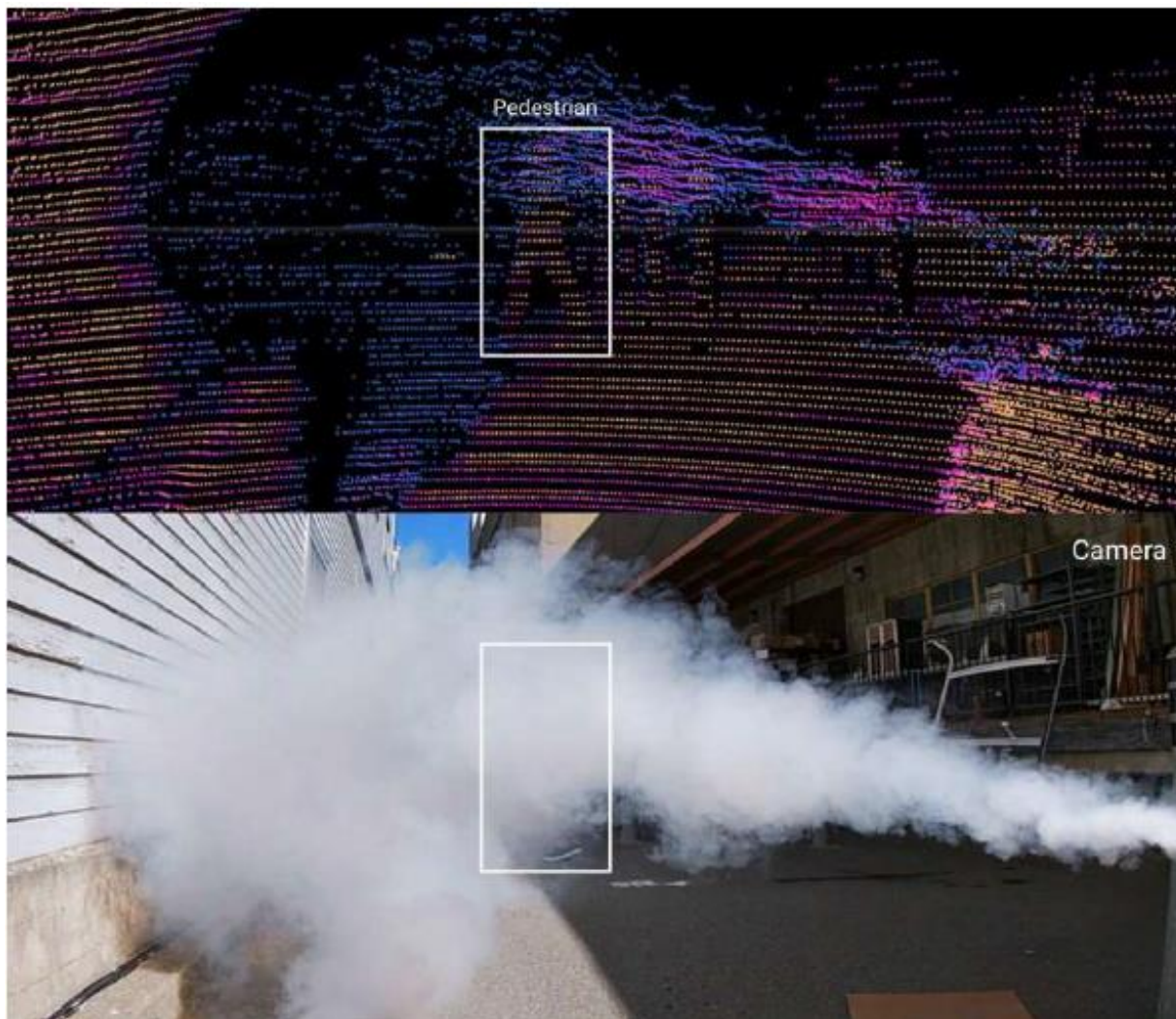
發射低功率、人眼安全的雷射光進行脈衝測量，測量雷射光完成感測器與目標之間往返所需的時間及距離。



◆ 點雲圖原理：點雲是由在同一空間內分佈在表面非常大量的點所集合，利用每個點的空間坐標得到的各種特徵形式點的集合，稱之為“點雲”（包含車、人、建築物、樹木）。

精進方向

◆ 點雲圖煙霧後方人形辨識



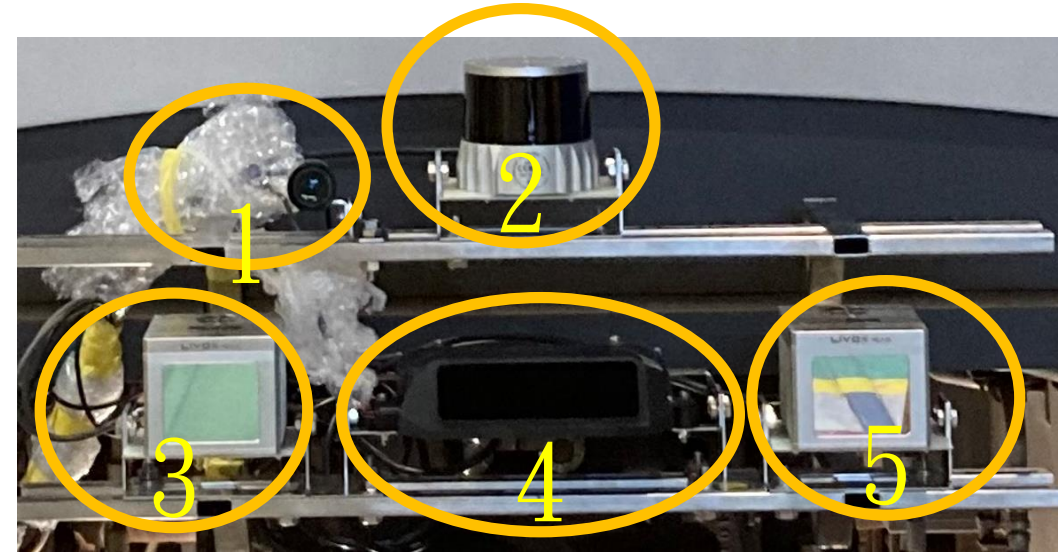
精進方向

◆ 點雲圖暗夜及逆光中行人辨識與路邊車輛變化



精進方向

◆ 車載光達實際安裝位置

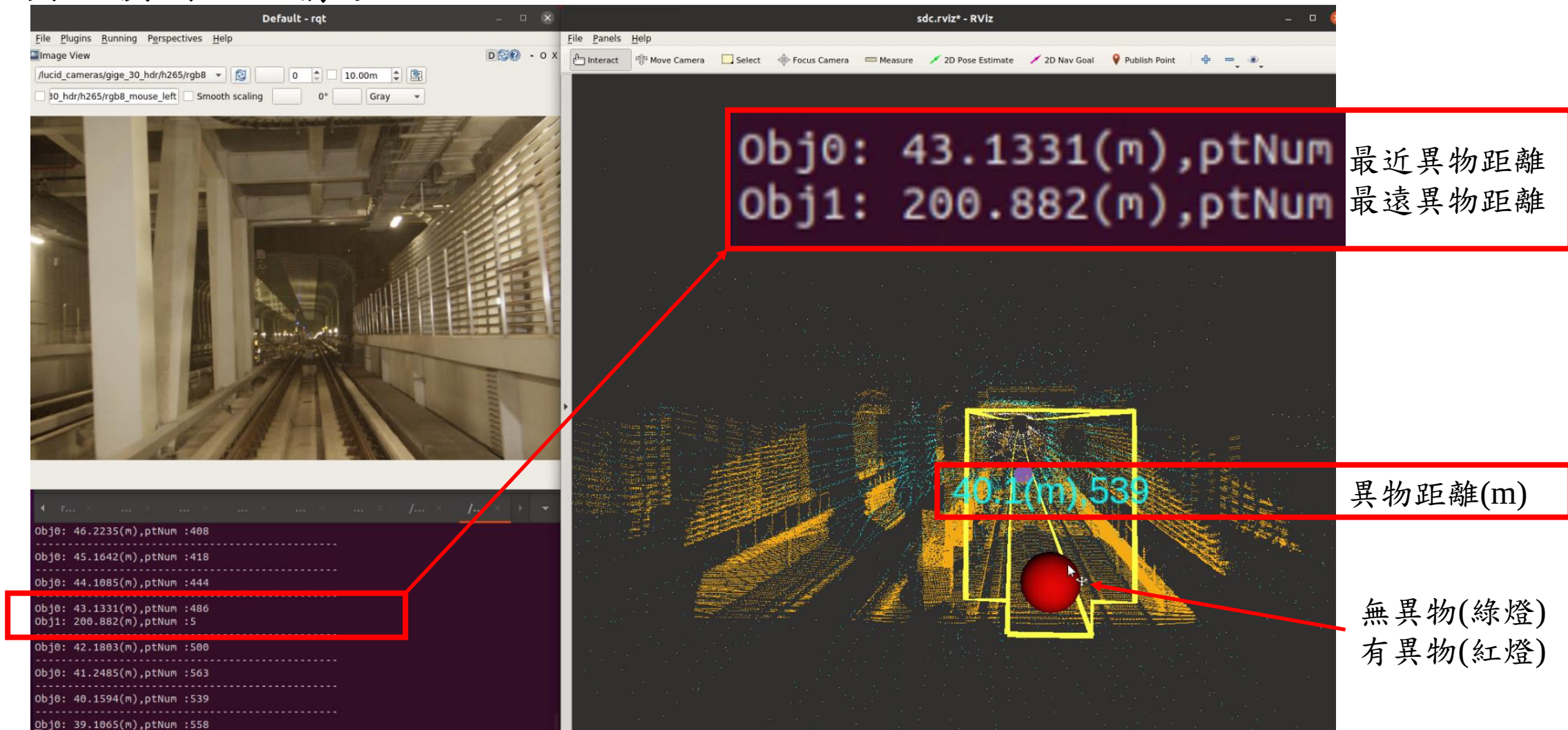


#1CCTV、#2~#5機械光達

使用四種光達原因說明：
 高清地圖掃描蒐集階段，四種光達
 負責不同角度、波長及密度的點雲
 圖掃描建置。

精進方向

◆ 異物偵測POC情形



本畫面僅為擷取示意，非最終結果

精進方向

◆ 異物偵測POC現況：

1. 非營運時間掃描工作：

112年6月至113年5月於夜間收班後完成站間軌道區障礙物掃描紀錄。

作業期程	作業項目	作業區域
112年6月至9月	場勘及設備支架設計試裝	主維修廠
112年10月	測試軌測試設備支架動態測試	測試軌
112年10月至11月	正線點雲圖掃描	正線
112年12月至113年5月	路線上模擬異物點雲蒐集	正線

2. 營運時間掃描工作：

為蒐集營運時段全線移動性物件（如飛鳥），與廠商研擬於日間營運時段進行正線全線掃描作業可行性，以利納入影像AI演算辨識分析，預計於113年底完成資料蒐集。

THANK YOU

簡報完畢  敬請指教

