

出國報告（出國類別：考察）：

國營臺灣鐵路股份有限公司「柴電機車 34 輛購案履約勘查及觀摩廠段維修、駕駛運 轉」出國報告

服務機關：國營臺灣鐵路股份有限公司

姓名職稱：副總經理 賴興隆

處長 鄭國璽

副處長 蕭建廷

段長 楊進森

科長 陳宏光

高級工程師 陳勝國

派赴國家/地區：西班牙、瑞士、德國/歐洲

出國期間：113 年 9 月 18 日至 9 月 27 日

報告日期：111 年 11 月 30 日

摘要

臺鐵公司 34 輛柴電機車購案（下稱本案）為「臺鐵整體購置及汰換車輛計畫」項下重大採購案件，於 108 年決標，經過設計完成於 112 年交付樣車，並經測試合格後接續量產，設計階段及樣車製造階段因受到新冠疫情管制的影響，期間主要透過視訊會議方式進行專案討論。目前交付 15 輛其中 8 輛已完成測試正式上線營運，依照以往之經驗，新購車輛上線初期，運轉中會發生一些交車測試時未出現的問題，為避免這些問題降低車輛可靠度/可用度，遂規劃此次出國行程，實地勘查及了解車輛組裝工廠之生產、施工團隊及本公司監造人員現況，並與立約商專案經理級以上高階主管面對面討論，期能有效確保雙方對於施工品質、標準認知的一致性，並針對相關重點議題討論釐清，俾使後續執行作業更加順利圓滿。

本次行程亦藉由參加在德國柏林舉行的「Inno Trans2024 柏林軌道展」機會，與本案多家子系統供應商會談，除針對相關技術進行交流外，同時觀察及學習現階段國際軌道先進技術與未來發展趨勢，以適時導入運用或透過國內產業生態系研發創新，持續提升臺鐵行車安全與服務品質。

重點行程為勘查本案立約商 Stadler 公司位於西班牙瓦倫西亞之機車組裝工廠，除了瞭解生產線車輛生產進度及組裝情形外，同時也就已交付車輛所發生缺失，從生產面進行溝通，另外對製造廠高層主管及專案經理亦面對面討論，已上線車輛之主要問題及待改進事項。

另一重點為赴瑞士施泰德總公司，勘查廠段維修及駕駛運轉環境，本次選擇策馬特-庫爾之冰河列車作為勘查標的。該列車之車廂設計、服務方案、班次規劃、對外宣傳及產品販售等等對本公司未來鐵道旅遊之規劃極具參考價值。

最後是參加 Inno Trans 展覽，為全球規模最大鐵路及運輸產業展覽會，展出範圍涵蓋柏林展覽中心 42 個展廳，為相關業者提供 5 個主題項目，而展廳其中一大特色是位於展覽館外戶外軌道展示區，從高速列車到各型機具車輛都在長約 3500 公尺軌道展示。

本次展覽國內也有包含，幸康電子、新漢、昱樺科技、威力工業網絡、MOXA 四零四科技、凌華科技、研華、晶達光電神通科技、國立高科大鐵道技術中心等，多家產業及學術界參展。

本次臺鐵公司出國成員包含機務、工務及電務部門同仁，在此展場分別進行攤位及現場參訪交流及蒐集相關資訊，期於回國後在業管業務能掌握國外最新軌道資訊及分享心得，順利推展公司業務。

目次

本文	5
1 目的	5
1.1 確認履約進度	5
1.2 現車缺失及改善建議回饋	5
1.3 參訪瑞士列車廠段維修及駕駛運轉環境	5
2 時間及行程	6
2.1 簡要行程表	6
3 團員組成	7
4 過程	8
4.1 9月19日與 Lander 會談	8
4.2 9月20日拜會施泰德瓦倫西亞廠	11
4.3 9月21日 移動日	16
4.4 9月22日參訪瑞士鐵路冰河列車	16
4.5 9/23日拜會施泰德瑞士總公司	25
4.6 9月24日~9月25日 Inno Trans	27
4.6.1 日立公司	29
4.6.2 Wabtec	30
4.6.3 GMT	31
4.6.4 AmstedRail	32
4.6.5 HUBNER	34
4.6.6 NOKIA Booth “FRMCS for Mainline Rail”	37
4.6.7 Plasser 中型砸道機	37
4.6.8 MATISA 大型砸道機	38
4.6.9 ROBEL 小型砸道機	39
4.6.10 Schlatter 電阻火花焊接機	40
4.6.11 MECNO 鋼軌研磨車(設備)	41
4.6.12 KLOSE Train Stop Systems 止衝擋	42
4.6.13 ALMAR 絕緣軌道接頭	43

4.6.14	DFS 軌道緊固及隔離系統.....	43
4.6.15	STRAILWAY 聚合枕木.....	44
4.6.16	HET 彈性平交道版.....	45
4.6.17	RSCM 鋼軌表面裂紋測量系統.....	46
4.6.18	PML 雷射測量儀.....	47
4.6.19	NEEL UOZ-I 型高速鐵路防動物裝置.....	47
4.6.20	TRIMBLE GEDO Systeme 測量系統.....	48
5	現勘/拜會單位說明.....	50
5.1	柏林 Inno Trans 展.....	50
5.2	施泰德瓦倫西亞廠.....	51
6	心得及建議.....	52
6.1	R200 型柴電機車檢討方面.....	52
6.2	勘查冰河列車.....	52
6.3	Inno Trans 展會談及觀展心得.....	53
6.3.1	鐵路專用無線電.....	53
6.3.2	鐵路平車.....	61

本文

1 目的

1.1 確認履約進度

本案已進入量產階段，目前交付 15 輛車，且已有 8 輛正式線上運轉，本次組團出國可視為期中勘查。本案預定於 114 年全數交付，依現場檢視結果，最新進入生產線為第 28 號機車，且已經完成車架組裝，16-27 號機車亦各有生產進度，預計本案應可如期如質交付，

1.2 現車缺失及改善建議回饋

112 年樣車交付迄今，上線車輛發生部份缺失，其中引擎故障或電力系統故障造成運轉車輛事故，影響正線運轉；司機員亦陸續提出對車輛設備配置或駕駛界面提出改善要求。前述事項本公司已於 113 年下半年陸續提出，期望藉由見面交流，加速意見交換，提高溝通效率。

1.3 參訪瑞士列車廠段維修及駕駛運轉環境

本次出國行程包含參訪瑞士冰河列車，施泰德公司為該列車製造商之一，由於瑞士為山地國家，鐵路鋪設成本高，路線選取與鋪設、橋樑架設及電車線建設等都有本公司可借鑒之處，另本公司目前正辦理支線列車 60 輛採購，實際勘查國外類似之觀光列車，其內裝、服務方式及商品種類可作為本公司參考。

2 時間及行程

2.1 簡要行程表

日期	地點	行程說明
9/18 (三)	臺灣桃園—德國法蘭克福	移動日(桃園—法蘭克福)
9/19 (四)	德國法蘭克福— 西班牙馬德里	移動日(法蘭克福—馬德里)/到達馬德里後，利用剩餘時間，安排與本公司駕駛模擬機案立約商 Lander 會商履約事宜。
9/20 (五)	西班牙馬德里- 瓦倫西亞	勘查本案製造廠及與瓦倫西亞機車製造廠討論本案履約事宜
9/21 (六)	西班牙瓦倫西亞- 瑞士策馬特	移動日
9/22 (日)	瑞士策馬特-庫爾-蘇黎世	勘查冰河列車
9/23 (一)	瑞士蘇黎世-布斯南- 德國柏林	拜訪立約商施泰德瑞士總公司
9/24 (二)	柏林	與本案系統供應商會談本案(InnoTrans)各系統事宜，並了解鐵道業界各種新產品及發展趨勢
9/25 (三)	柏林	與本案系統供應商會談本案(InnoTrans)各系統事宜，並了解鐵道業界各種新產品及發展趨勢
9/26 (四)	柏林-法蘭克福	移動日
9/27 (五)	德國法蘭克福-臺灣桃園	移動日

3 團員組成

考察日期： 2024/09/18(三)~9/27(五)		考察目的：柴電機車 34 輛購案履約勘查及觀摩廠 段維修、駕駛運轉
	職稱	姓名
1	臺鐵公司副總經理	賴興隆
2	機務處處長	鄭國璽
3	機務處副處長	蕭建廷
4	花蓮電務段段長	楊進森
5	工務處路線科科長	陳宏光
6	高級工程師	陳勝國

4 過程

4.1 9月19日與 Lander 會談

19日下午1:30於西班牙馬德里降落。雖然此行目的與本公司駕駛模擬機建置案無關，但行前仍規劃本日15時，與Lander公司會談駕駛模擬機案執行情況、注意要點及遭遇問題。此案已進入規劃本公司維修單位之模擬機教室階段，會談過程如下：

- 一、為了專案順利執行，需強化西班牙方面與本公司溝通效率，並對現有的溝通流程進行優化。請Lander公司的Alex先生直接參與專案所有溝通，以減少溝通傳遞次數。
- 二、時間與日期至關重要。請Lander公司與履約單位按照合約規定，遵守相關日期，尤其是模擬器的交付日期。
- 三、富岡機廠模擬機教室可能無法在安裝日期前準備妥當。請機務處確定臨時訓練教室位置，並請Lander公司協助確認。
- 四、本公司已提供模擬機教室尺寸者，請Lander公司進一步確認，如不利模擬機配置安裝，本公司將根據報告中資訊和要求提供一份新的訓練室場地清單。



團員聽取 Lander 公司簡報



Lander 公司說明目前各機務段預備教室現況

LANDER Service & Support
Rev. 0
CONFIDENTIAL

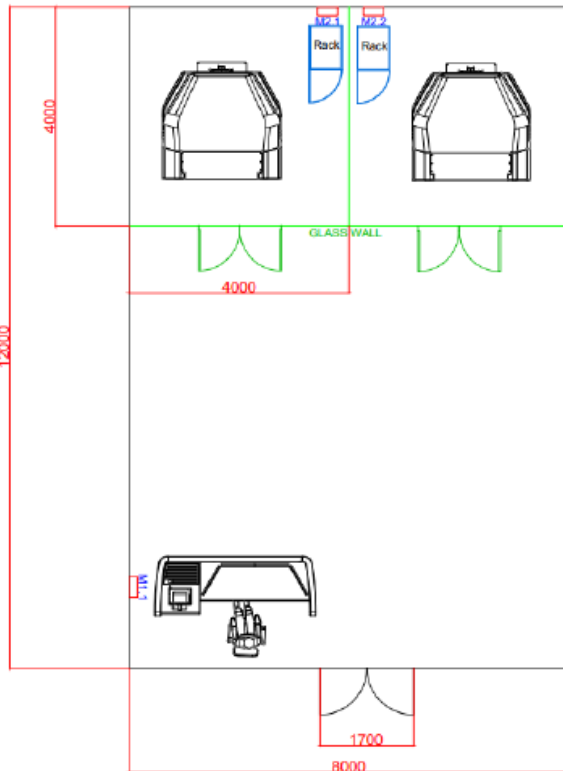


圖3：模擬教室的範例一(單位：毫米)。

LANDER Service & Support
Rev. 0
CONFIDENTIAL

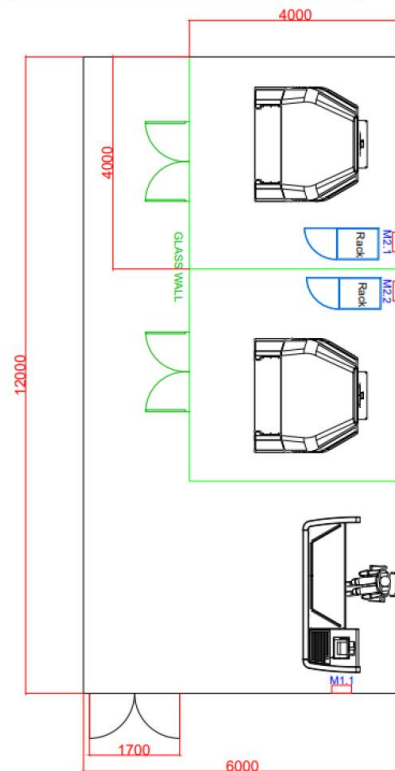


圖4：模擬教室的範例二(單位：毫米)。

Lander 公司建議段級模擬教室配置



已完成模擬機



已完成模擬機

4.2 9月20日拜會施泰德瓦倫西亞廠

本日起施泰德公司組裝廠視察本案製造及組裝情形，本案柴電機車第 28 號已進入生產線，團員在施泰德人員陪同下，從來賓走道俯瞰製造廠，檢視各輛車施工情形，並回答團員詢問。之後回到主工廠聽取柴電機車 34 輛案履約進度及後續增購之初步討論。



R200 生產線



組裝中車輛



施工中駕駛室



施工中車頂



施泰德人員與本團從參訪臺俯視製造廠



施泰德人員說明連結器落鎖機制



賴副總經理確認連結器落鎖狀態



施泰德公司懸掛我國國旗



施泰德公司與本團團員進行會談



會後交換禮物



與廠段監造同仁會談



聽取廠段監造同仁意見

施泰德公司為世界第三大軌道車輛公司，同時生產多種軌道車輛，為因應複雜的生產任務，施泰德公司於鄰近工業區，租用第 2 廠房進行設備組裝，完成組裝後，再移至主生產工廠進行測試及調校，本案第 28 輛機車已上線開始生產，進度符合契約規定。會中本團與施泰德公司就後續增購部份進行研商，於付款方式進行溝通，最終依本公司意見取得共識，惟施泰德公司表示希望本公司儘速訂約，以免報價過期，本公司同意儘速辦理。

會後本團與機務駐廠檢驗人員進行意見交流，關心駐廠期間食衣住行是否妥適安排，執行工作是否順利，有無需要協助處理事項。並要求檢驗人員對於完工車輛出廠前，務必確認油箱已清空並投放抑菌劑。

4.3 9 月 21 日 移動日

9 月 21 日為週六，本團安排由西班牙瓦倫西亞移動至瑞士策馬特，並未安排行程。

4.4 9 月 22 日參訪瑞士鐵路冰河列車

本日規劃參訪施泰德公司製造之冰河列車。瑞士冰河列車 **Glacier Express**，被喻為全球最慢的快車，也是鐵道迷口耳相傳一生中一定要搭觀光火車，全程 8 小時的冰河列車，全長 291 公里。冰河列車車廂設計就像豪華的敞篷車，車頂 2 側有天窗，列車川行在綠意盎然的平地草原，沿途爬上最高白雪皚皚的阿爾卑斯山，可見高山冰河地型，也有河谷平地美景，變化萬千美不勝收。



策馬特車站-2016年臺鐵局與高納葛拉特鐵道（GGB）簽下友好協議，締結姊妹鐵道



一般車廂



餐車



車廂內設有掛衣間及大尺寸旅客資訊系統



以馬特洪峰為主題的主視覺



寬敞明亮的一等車廂



二等車廂-兩側有大面積窗戶及天窗



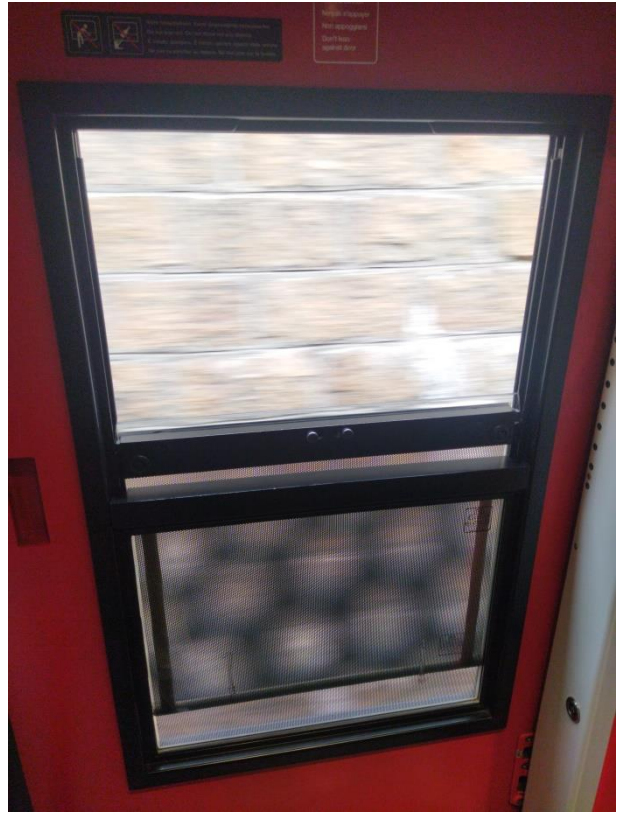
可折桌面，彈性增加桌子面積



椅側有耳機接孔，選擇頻道，接收各種主要語言之景觀介紹



三層式大件行李間



上下台門，玻璃開窗，即使行駛中，也可以開窗



餐廳車箱-餐車櫃台



餐廳車箱-餐車一角



餐廳車箱-服務人員備餐室



用餐擺設



無障礙廁所，使用弧形門，手動開關門



洗手臺簡單有設計感

4.5 9/23 日拜會施泰德瑞士總公司

由於當日交通因素，到達施泰德時間較晚，拜會時間有限，故僅聽取該公司簡報說明，並禮貌性拜訪後即前往機場搭機。



聽取施泰德公司簡報



施泰德公司說明全球實績

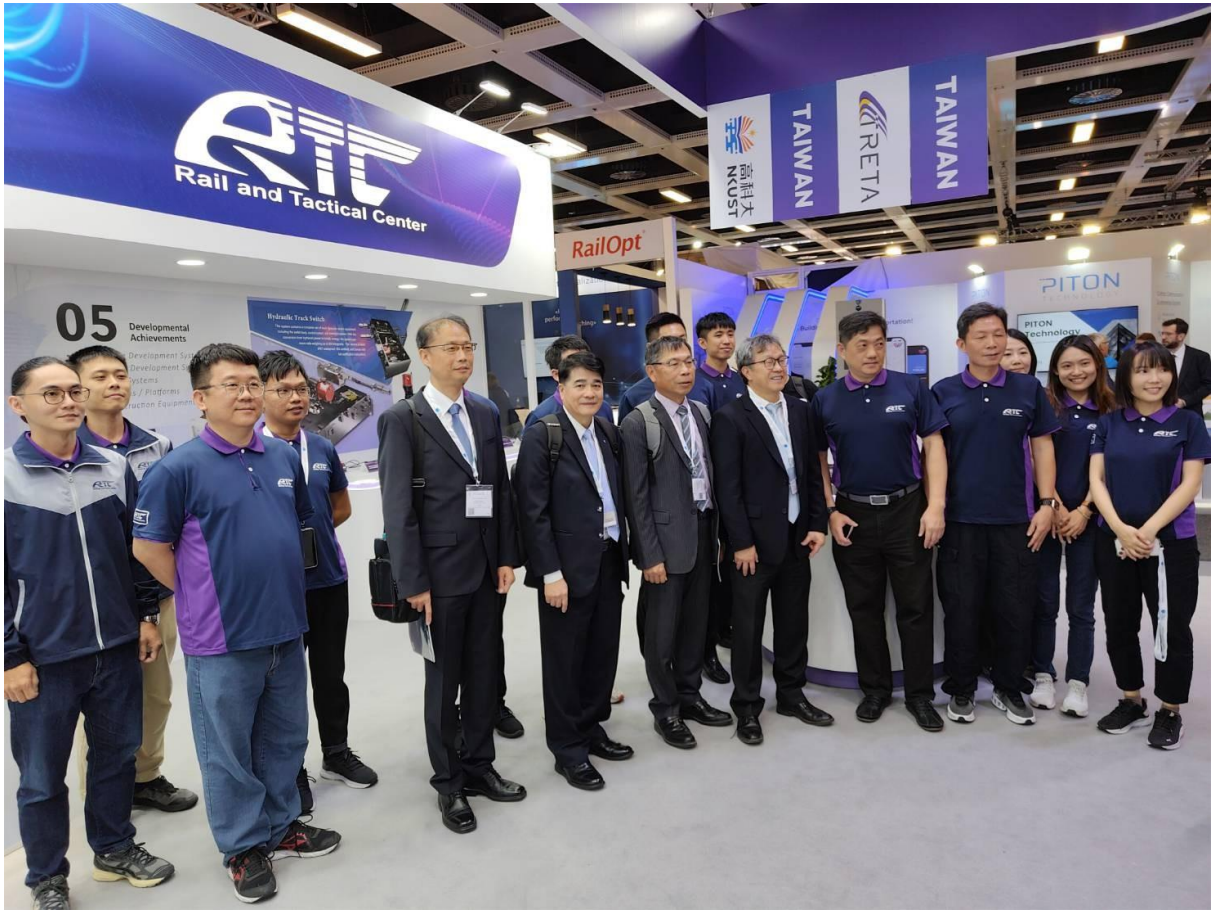


與施泰德公司交換紀念品

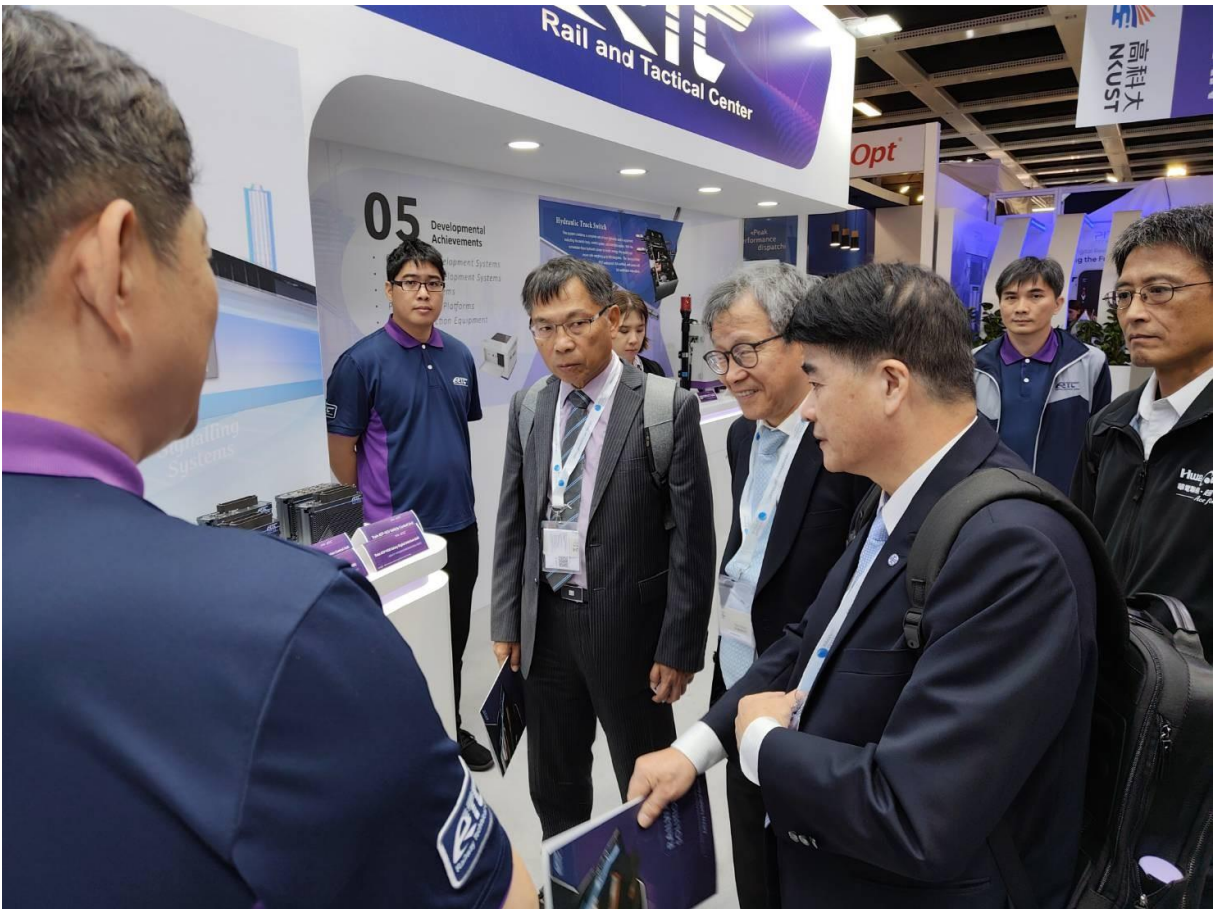
4.6 9月24日~9月25日 Inno Trans

Inno Trans 展覽匯集國際各大軌道廠商，本團出國人員赴車輛立約商（施泰德公司）及各系統供應商攤位，交換柴電機車各系統技術意見，及觀察現今世界軌道界發展趨勢及未來發展方向。

德國經濟辦事處此次邀請臺灣交通相關團體參加本次 Inno Trans 展覽，我國謝大使志偉亦到場與會，並由本團團長賴副總經理興隆說明與本公司相關展攤。



謝大使、臺灣軌道業界夥伴及賴副總經理合影

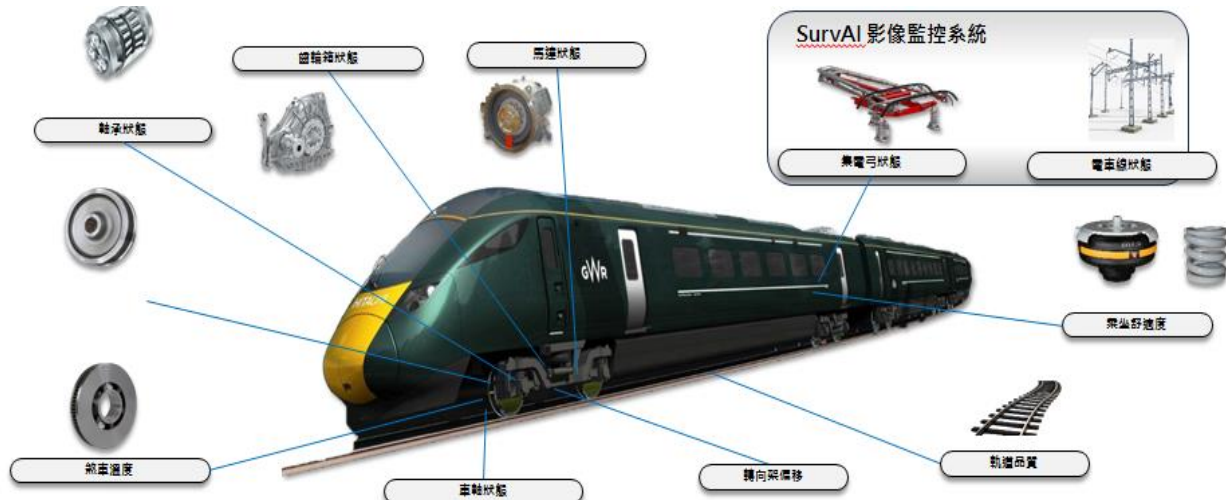


賴副總經理向謝大使解說軌道產品

列舉廠商展覽內容重點如下：

4.6.1 日立公司

日立公司展示 Perpetuum 方案，主要包含「無線感測器」及「資料集中器」2 個裝置，其中「無線感測器」以托架安裝於轉向架上，將振動轉變為電能，無須裝設電池，可即時量測 3 軸振動與溫度；資料集中器通常安裝於車廂電氣櫃中，採用輔助電源(電壓不限)，並內建加速儀。



以無線感測器(WSN)收集振動值，將數據傳輸到資料收集器，再傳到雲端處理分析，完成即時監控各列車資產的健康狀況，包括牽引馬達、齒輪箱、軸承、車輪、轉向架、車軸與軌道，日立公司說明如果以 EMU3000 型進行規劃，在車輛運行 30 年內，可以節省 2 億美金。



車型 800 IEP - 605 個車廂

效益

- 轉向架(含軸承)執行大修的里程從120萬公里增加到193萬公里 - 30年內，2車隊共省下1億6千4百萬英鎊
- 輪軸組管理在30年內，將省下1千2百50萬英鎊
- 早期發現車輪與軸承問題，使每年列車可用度增加491天 = 每年省下53萬英鎊
- 維修計畫時數減少37% -> 生產力增加47% - 可靠度提升



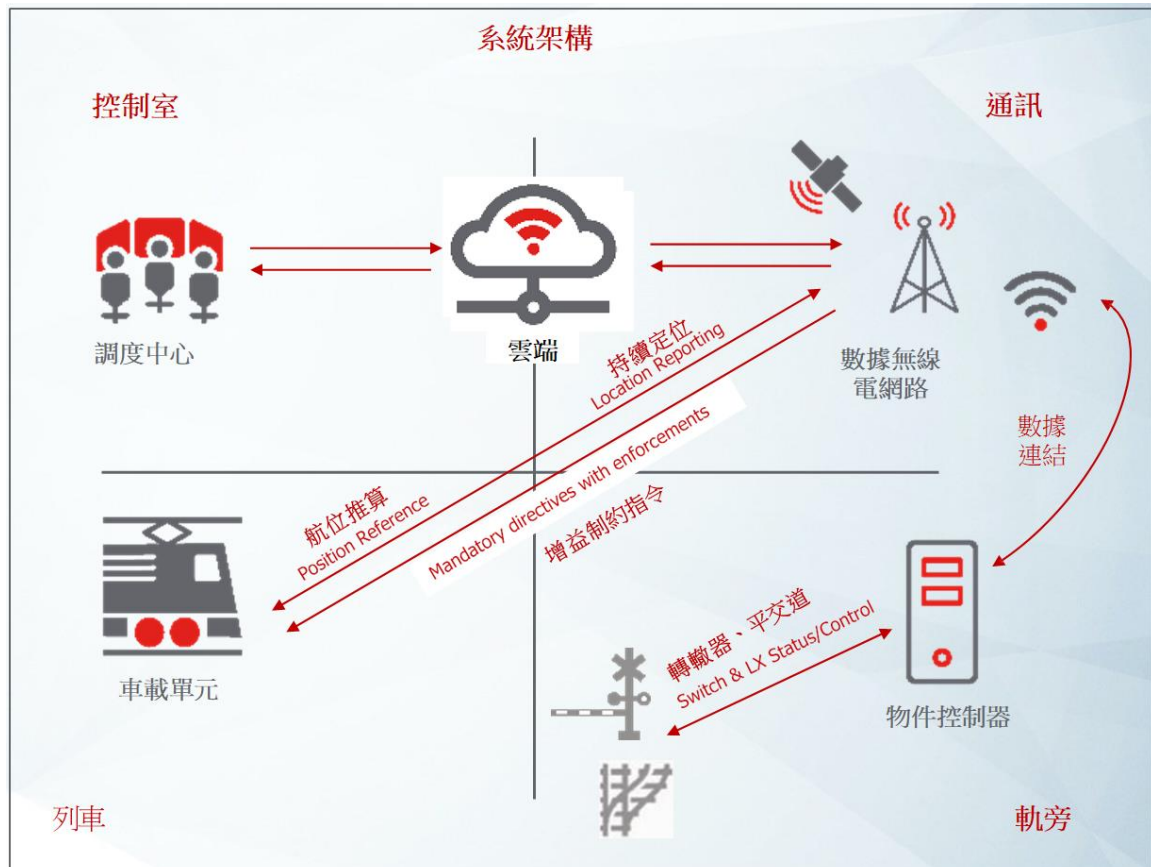
EMU3000 - 600 個車廂

效益

- 轉向架(含軸承)執行大修的里程可增加50% - 預估30年可為EMU3000車隊省下2億美金
- 輪軸組管理在30年內，將省下1千5百萬英鎊
- 早期發現車輪與軸承問題，可增加每年列車可用度 = 每年省下60萬美金
- 維修計畫時數會有類似的縮減成效 -> 可靠度提升

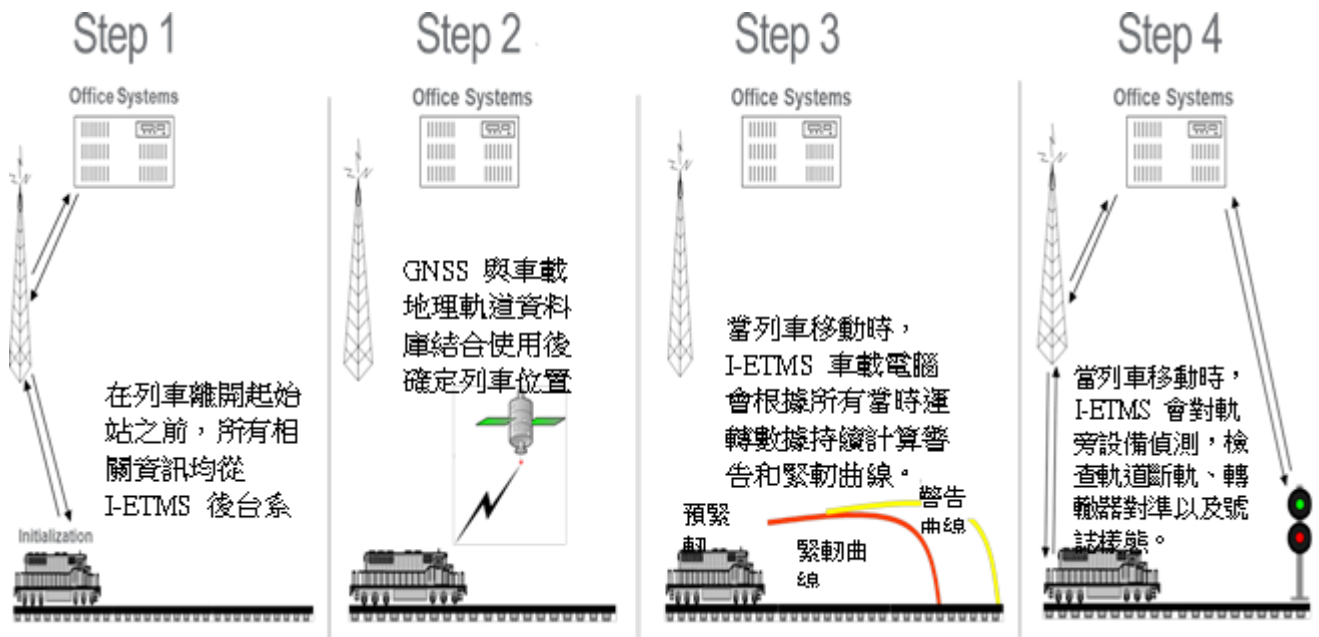
4.6.2 Wabtec

Wabtec 公司簡介雙向通訊電子式列車管理系統 I-ETMS，此系統位階同本公司 ATP 系統，旨在防護列車碰撞、超速出軌、侵入工作區域，防止列車進入轉轍器錯置區。



- 鐵路路線最高的成本之一是專用無線電網路
解決方案要項：公共廣播網路
- 鐵路路線最高的成本之一是軌道電路和計軸器
解決方案要項：透過無線電定位
- 號誌、軌道電路和電纜線
解決方案要項：通訊式列車控制系統
- 控制平交道和轉轍器
解決方案要項：自供能環保軌旁
- 需要一個快速且易於配置的低成本運轉控制室

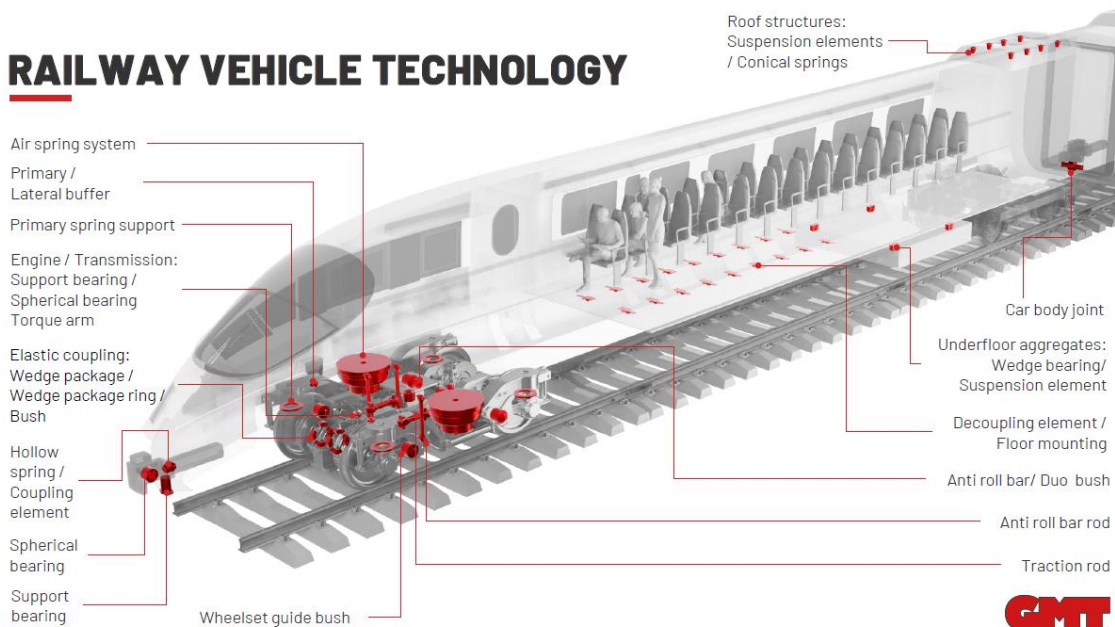
解決方案要項：控制室整合技術



為何 I-ETMS 較簡易，已美國為例，因其藉由指令/策略和既有號誌樣態來簡化過渡時期：主動列車控制系統自 2008 年開始安裝；並於 2020 年 12 月完成安裝。不須整合國家既有 ATP 系統；美國政府強制實施主動列車控制系統，而美國大多路網未被 ATP 系統覆蓋。

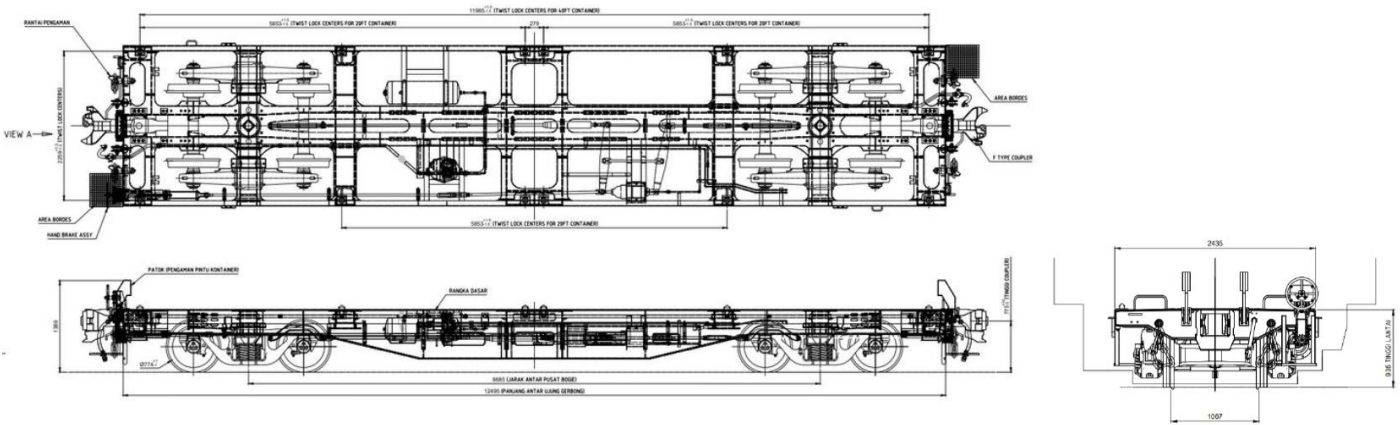
4.6.3 GMT

藉由分析轉向架剛性、一次簧/二次簧彈性係數、車重、軸重及各項減振設備係數等資料，為客戶客製化各種減振元件。



4.6.4 AmstedRail

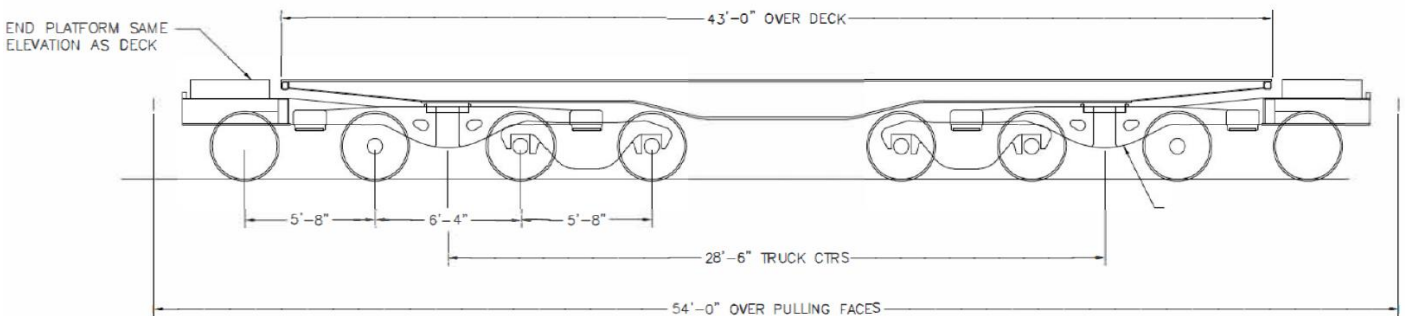
在獲悉我國蘇花安計畫需要購置平車之後，AmstedRail 隨即開始了解相關訊息，並藉由此次展覽，提出 2 軸轉向架平車及 4 軸轉向架平車 2 個方案。除了成車方案，AmstedRail 也向本團介紹其中轉向架元件相關科技，如 TRUCK MOUNTED 煞車系統、三件式轉向架、ADAPTER PLUS 彈性橡膠鞍座及 class D 滾柱式軸承等。



- 1. Estimated Light Weight: 41,900 LBS (~19 Tonne)
- 2. Gross Rail Load: ~141,000 LBS (64 Tonne)
- 3. Capacity: 99,000 LBS (45 Tonne)

*The design can be changed according to TRC's request

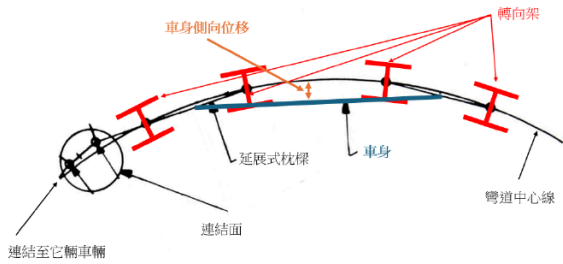
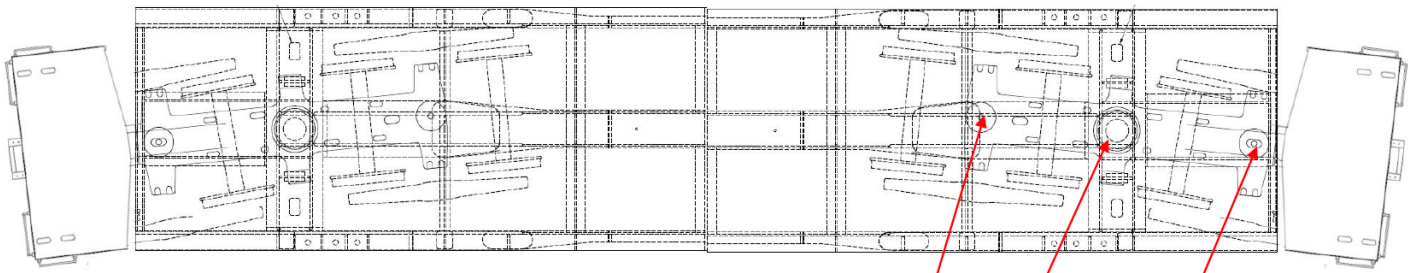
2 軸轉向架平車，載重上線 45 噸，低於本公司所需 50 噸載重



- 1. Estimated Light Weight: 97,000 LBS (~45 Tonne)
- 2. Gross Rail Load: ~286,000 LBS (129 Tonne)
- 3. Capacity: >> 156,000 LBS (>> 70 Tonne)

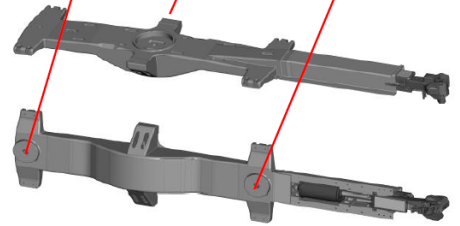
*The design can be changed according to TRC's request

4 軸轉向架平車，載重可超過 70 噸

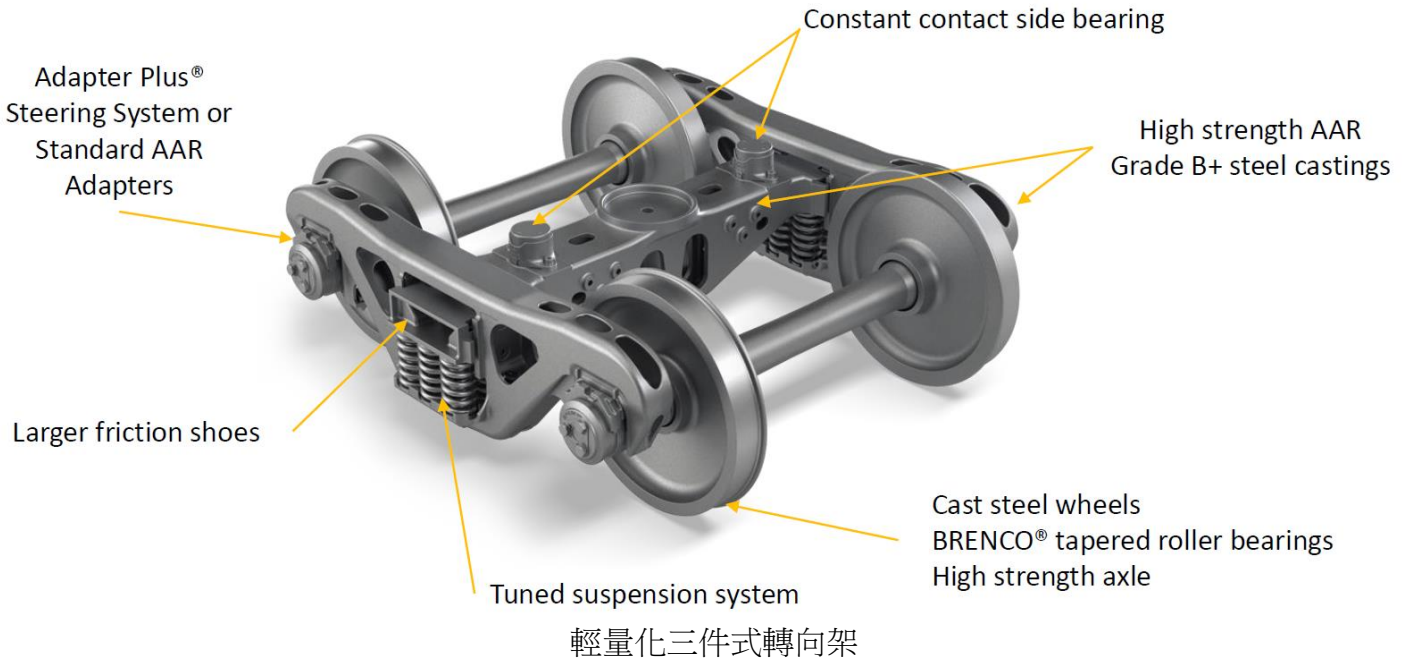


End platforms attached to span bolster and follow the curve of the track

Span bolster configuration helps to stay within clearance gauge



四軸轉向架車過彎說明



- Elastomeric primary suspension pad
- Provides wheelset alignment to reduce rolling resistance
- Designed stiffnesses enhance performance for critical regimes including:
 - Higher Turning Speed
 - Reduce Wheel & Track Wear
 - Increase Operational Speed



具有過彎自導性能之彈性鞍座

- **AAR**

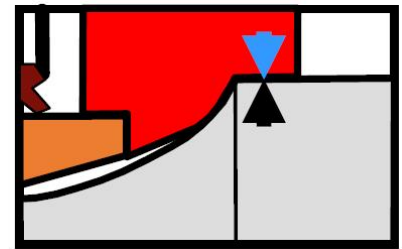
- Class C bearings **aren't** controlled by the AAR anymore. Class D bearings **are** still controlled by the AAR.

- **Offerings / Performance Benefit**

- For Class D we have two offerings:
 - 1022ST – DDL seals with a non-fitted backing ring.
 - 1022STA – DDL seals with a **fitted** backing ring. Fitted backing rings mate with the axle and reduce fretting of the axle journal fillet.
 - Axle dust guard would have to be dimensionally controlled.



Fitted Backing Ring Mates with Axle



Class D 軸承，耐用性大幅增加

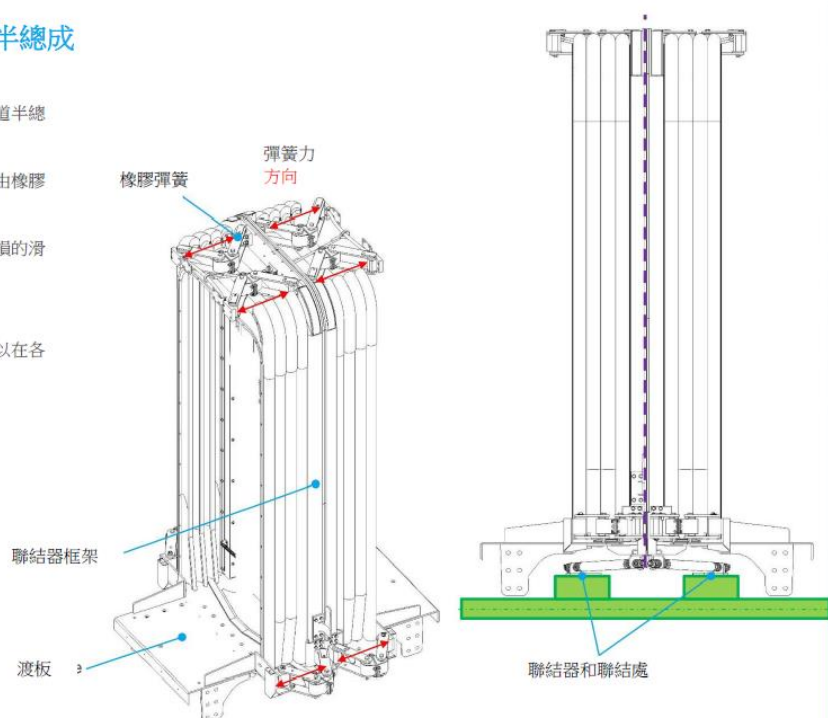
4.6.5 HUBNER

Hubner 為本公司 EMU700 型風檔供應商，本次 Hubner 提前了解本公司電聯車風檔型態，提出該公司改善建議，同時也針對 PP 客車風檔未來與 E500 型電力機車連掛，提出風檔調查報告：

臺鐵電聯車車廂 – 車間通道半總成

功能

- 通勤列車各車廂兩端皆安裝有一個車間通道半總成
- 電聯車聯掛後，每輛電聯車的聯結框架藉由橡膠彈簧相互固定在一起（紅色標示處）
- 聯結框架的接觸面（紫色虛線）設有防磨損的滑板
- 聯結框架以渡板支撐
- 聯結框架連接到聯結器（綠色標示處），以在各種條件下對齊中心點



針對通勤電聯車提出風檔建議，有輕量化、好拆裝、解連後可縮回固定等特點

發現及觀察：

1. 風擋狀況：

- 現行的風擋設計過時且狀況不佳，為折疊式織布設計且底部開放的風擋。
- 大多數風擋的織布已損壞，並已用織物或密封劑修補過，表示有嚴重磨損。



調動機車



折疊式織布風擋



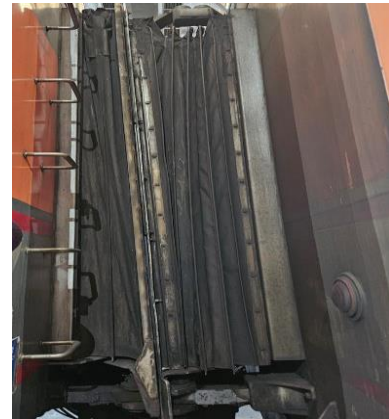
風擋內部裡層



風擋側牆



渡板系統



折疊式皺褶風擋

2. 風擋內裝

風擋配置簡單的金屬側牆板或蓋板，包括懸掛在四個彈簧上的PVC織物蓋板。但是，蓋板有損壞跡象，需進行更換。

3. 空間有限

由於渡板和掛勾之間的有限空間，與觀光列車上觀察到的限制類似，更換此列車上的風擋是一項挑戰。

4. 需改善之處

- 需改善車輛前端牆，以便安裝新的風擋系統。
- 調動機車（東芝電氣）在掛勾上方設有前蓋板，以保護電氣和機械部件，表示需與風擋的設計相容。

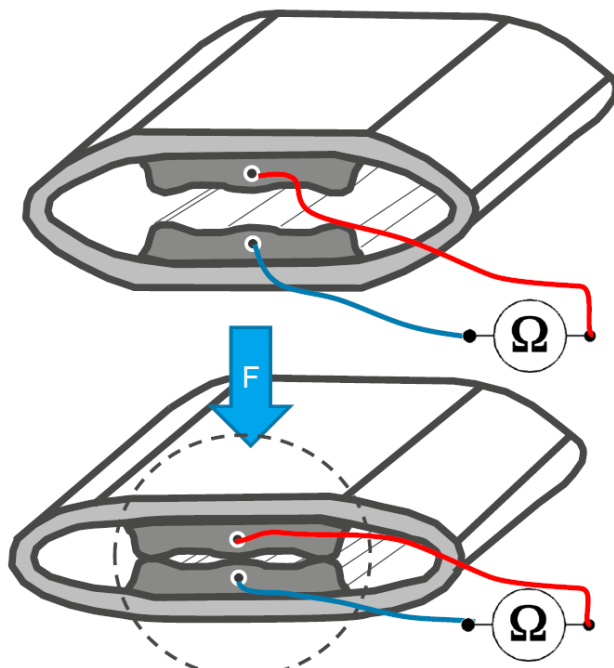
5. 客戶要求：客戶要求的風擋設計包含防止調車作業期間風擋損壞的解決方案。

6. 建議解決方案：

為了滿足客戶的要求並減輕調車作業期間可能的損壞狀況，可行的解決方案是使用帶有拉緊裝置的固定繩索。這些繩索應壓緊風擋，在調動機車和風擋之間創造足夠的空間，以防止損壞。

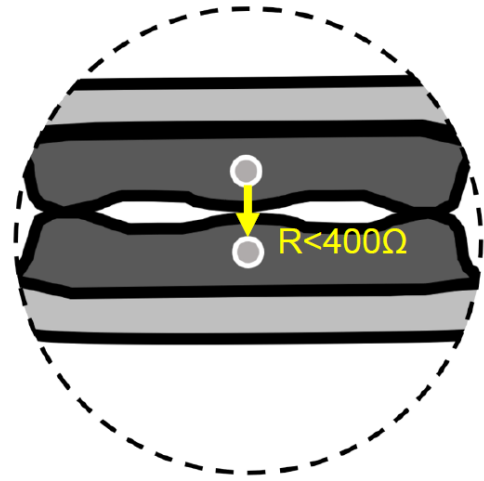
電氣安全邊緣

功能原理



切換： $R < 400\Omega$

典型切換值： $R < 150\Omega$



新型電子式防夾門緣

防夾

	電流/施力偵測	壓力波	感應邊緣
概念	<p>一旦接觸到障礙物，控制單元就會偵測彼時的電流或施力增加值</p>		
優點	<ul style="list-style-type: none"> 不需要額外的感應器 	<ul style="list-style-type: none"> 便宜 感應 	<ul style="list-style-type: none"> 可靠性高 自我監控 壓力波開關已經廣泛遭到取代，起因於其自身缺點 目前最先進的防夾
缺點	<ul style="list-style-type: none"> 需要高精密度車門機構 需要進階控制單元 性能會隨著時間而受到影響（軸承、腐蝕、結冰、摩擦） 無法進行阻力偵測 	<ul style="list-style-type: none"> 可靠性問題 <ul style="list-style-type: none"> 高/低溫 高/低高度 沒有自我監控功能 (= 系統故障時不會發出錯誤訊息) 	<ul style="list-style-type: none"> 稍貴於壓力波開關

3 種車門防夾機制-門機電流/壓力波/感應邊緣之比較

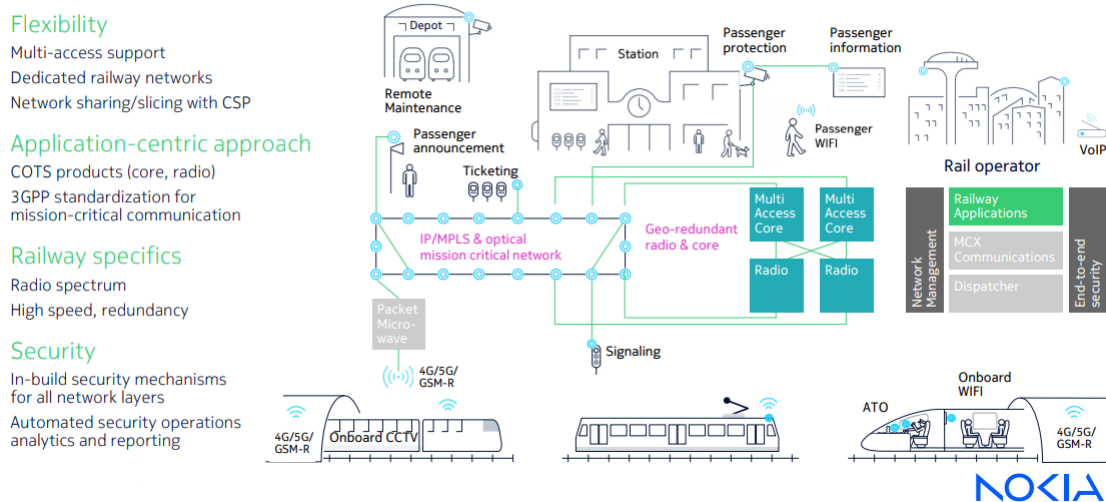
4.6.6 NOKIA Booth “FRMCS for Mainline Rail”

未來鐵路移動通信系統(FRMCS,Future Railway Mobile Communication System)是目前歐洲預計使用的下一代鐵路無線通訊規格，主要是取代目前搭配 ETCS 所使用的 GSM-R 標準，是基於 5G-NR 的標準運行

FRMCS 主要基於使用 900 MHz 和 1900 MHz 的專用頻段，這些頻段在歐洲專門用於鐵路使用。另 FRMCS (V2) 的第二版也將考慮使用行動網路營運商 (MNO，也稱為通訊服務提供者或 CSP) 頻段。法規要求一些鐵路僅使用 FRMCS 的專用頻段，而其他國家/地區將允許使用 MNO 頻段。

基於 5G 的未來鐵路行動通訊系統 (FRMCS) 旨在為列車無線電通訊提供語音和數據服務。FRMCS 由國際鐵路聯盟 (UIC) 協調，並與主要鐵路基礎設施公司和電信解決方案供應商聯合開發。它目前正在最終確定中，將基於 5G 3GPP 標準。因此，它不會創建特定於鐵路服務的網路技術。

FRMCS – End-to-end architecture



InnoTrans 2024 – NOKIA FRMCS Architecture

4.6.7 Plasser 中型砸道機

現場展示 Plasser 中型砸道機 1 部，型式為 Compact Flex4*4。係本公司向奧地利 Plasser 公司採購第一批砸道機且已製造完成，並獲本公司同意在 InnoTrans 公開展示。此型砸道機具有 SmartALC 自動引導計算機和 PRP 電子資料記錄

處理器，執行速度可達 80K/H。其設備有一臥式通用搗固裝置，16 個傾斜齒以利進行砸道作業。



Plasser 中型砸道機

4.6.8 MATISA 大型砸道機

MATISA 大型砸道機計有 B45D、B45UE、B38AL/C 等各型式機種，現場展示 B45UE，其配置有通用的夯床，主要使用於一般正常路線。B45UE 配備了鉤子和滾筒夾以 4L1800 毫米組合成搗實單元。這 16 個搗實工具由 MATISA 高頻橢圓搗固技術所驅動，進行軌道更新或搗實作業。另有 B38AL/C 型式砸道機，針對窄軌設計，可適用於小半徑或較陡坡度及山地地形使用。



MATISA 大型砸道機

4.6.9 ROBEL 小型砸道機

ROBEL 小型砸道機可安裝離軌車輪，簡化機器卸載，橡膠塗層允許在瀝青上短暫行駛，易於安裝附加輪，具有換向裝置可以雙向行駛；另配備有卸載離合器可輕鬆拖動機器。

在 ROBEL 小型砸道機封閉式駕駛室內，安裝有空調和暖氣裝置可在所有天氣條件下運作。

另 ROBEL 小型砸道機具有雙重搗固裝置系統，兩條鋼軌平行搗固每小時最多可砸 400 根軌枕；另有提升和迴轉裝置用於校正軌道幾何形狀的液壓滾輪提升夾具。

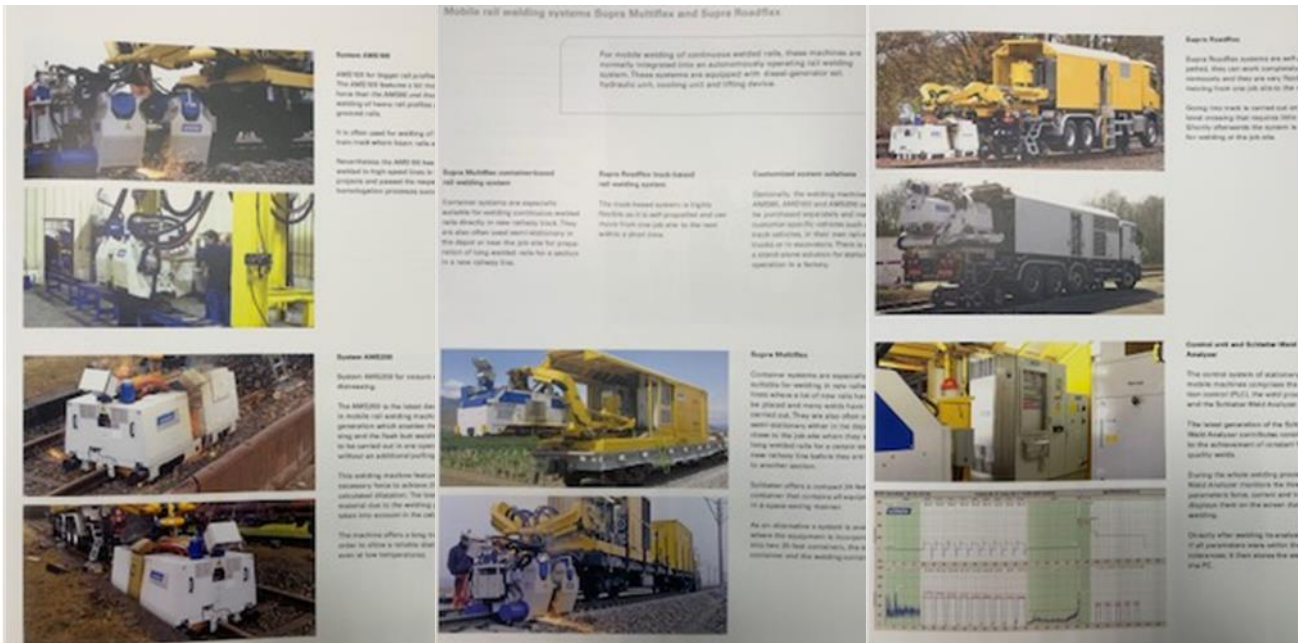


ROBEL 小型砸道機

4.6.10 Schlatter 電阻火花焊接機

電阻火花焊接是鋼軌連接工法中，最為可靠被信任之連接技術，AMS200 distressing 系統用於閉合焊接的系統。其中 AMS200 和 AMS200 係移動式鋼軌焊接機的最新開發產品，可以在一次操作中進行仿舊和閃光對焊過程，無需額外的牽引裝置。

此焊接機具有實現所需計算膨脹所需的力。計算中考慮了焊接過程造成的材料損失。該機器提供長行程，即使在低溫下，仍可靠地進行焊接處理。AMS100 系統：AMS100 適用於較大的導軌輪廓。AMS100 的焊接力比 AMS60 大得多，因此可以焊接重型鋼軌型材，甚至槽軌。它通常用於焊接使用重軌的貨運列車軌道。



Schlatter 電阻火花焊接機

4.6.11 MECNO 鋼軌研磨車(設備)

MECNO Service 總部設於威尼斯，有設置一間無障礙實驗室不斷改善鋼軌研磨機性能，Mecno Service 採用了切向型技術並獲得了專利，直接產生符合歐洲標準 EN 1323231 de haute prion 鋼軌輪廓，並具有最佳輪軌接觸的巨大優勢。

傳統的「多刻面」系統提供具有多邊形輪廓的砂輪，並讓砂輪表面承擔連接刻面的任務，而 Mecno Service 採用的強大的「切向」類型技術可直接提供具有多邊形輪廓的砂輪。符合標準，價格昂貴，並且在輪軌正確接觸方面具有顯著優勢。另 MECNO 鋼軌研磨車具有降低噪音發射水平及吸氣系統，日、夜間皆可以辦理鋼軌研磨作業。



MECNO 鋼軌研磨車

4.6.12 KLOSE Train Stop Systems 止衝擋

KLOSE 公司於 2005 年 3 月 1 日在 Westerkappeln 成立。產品包含各式末端緩衝止衝擋，規劃、設計及施工，以及現有建築的準備和維護。

新的專利緩衝站設計已通過最新法規的測試，並獲得德國聯邦鐵路局的批准。

新型煞車元件：夾緊力偵測，無需測力鍵，也可針對舊設計進行改造安裝、維護和修理成本低，可以選擇在軌道上或佈置在軌道中的煞車軌上安裝附加煞車，亦可以選擇使用液壓緩衝系統 B 標準化設計，目前已經過德鐵股份公司之技術測試經聯邦鐵路局批准，可使用和實施所有先前的設計，例如牽引枕木型緩衝站。



KLOSE Train Stop Systems 止衝擋

4.6.13 ALMAR 絕緣軌道接頭

ALMAR 絕緣軌道接頭，帶有絕緣接頭的導軌在工廠中製造。帶絕緣接頭的鋼軌，具有更高強度的系統（魚尾板、黏合劑和絕緣零件）尺寸和電阻測試可確保所有鐵路標準的公差，電阻檢查可確保，根據鐵路規範進行電阻檢查以確保兆歐姆(MOhm) 值在線諮詢設備安裝絕緣接頭套件配有預塗層魚尾板。該套件提供 1 小時絕緣接頭套件提供預絕緣接頭。

ALMAR 工廠生產絕緣塗層 軌道和魚尾板公差適用於每個接頭系統，適用於非常短的軌道閉合。只需一小時即可現場安裝或直接安裝在軌道上。將絕緣層固定在魚尾板上，厚度恆定，安裝過程安全執行簡單。



ALMAR 絕緣軌道接頭

4.6.14 DFS 軌道緊固及隔離系統

高效率的 DFS 軌道緊固及隔離系統安裝，可以客製化以獲得最佳效果表現，具有先進直流控制和頂級隔音功能彈性元件透過物流、儲存和施工方面的專業協調和支持，施工方式計有兩種方法，其特性如下：

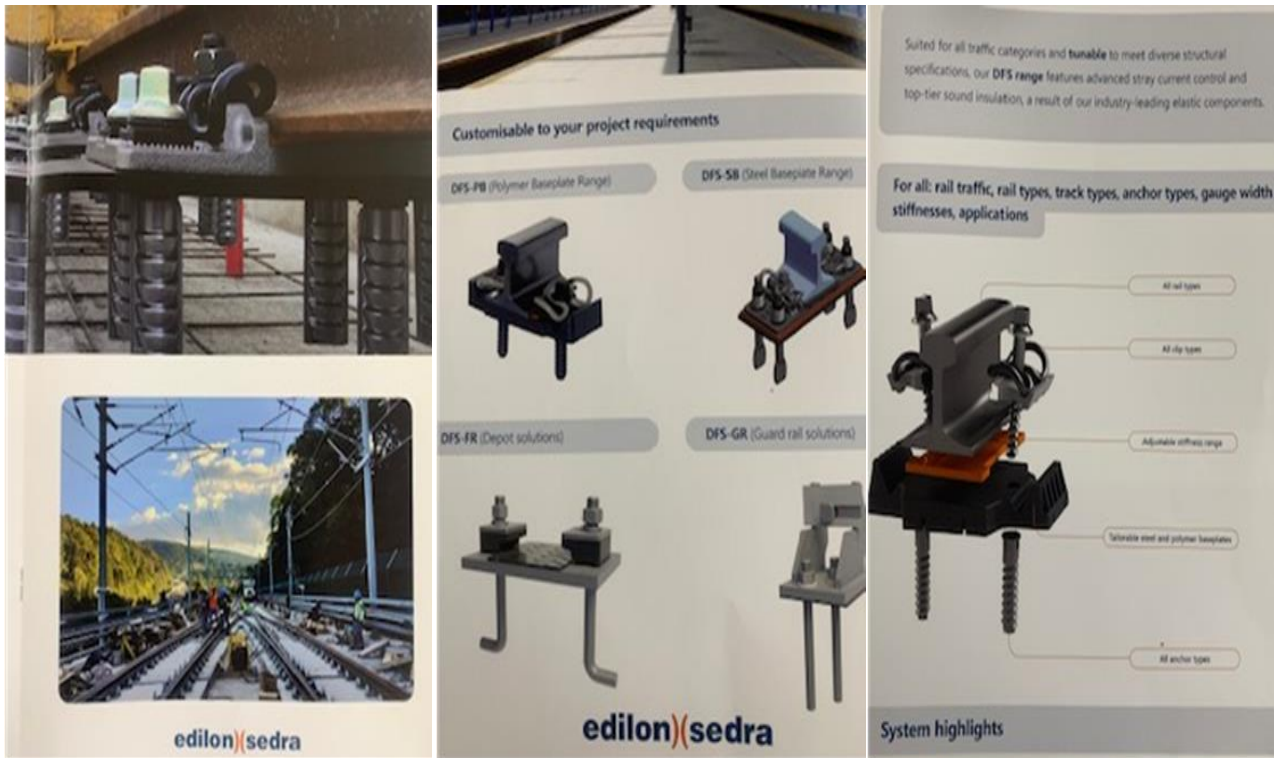
(一)由上而下的方法：

效率領先：實現最佳性價比、可調式彈性：適應不同的現場條件

客製化解決方案：設計特定於專案的入口網站配置。

(二)自下而上的方法：

安裝彈性：允許隨著施工進度進行修改，最大精度：確保與精密機械的最佳對準，型式系統計有：嵌入式軌道系統 ERS、嵌入式塊系統 BS、直接緊固式 DFS 及隔音系統 SDS。

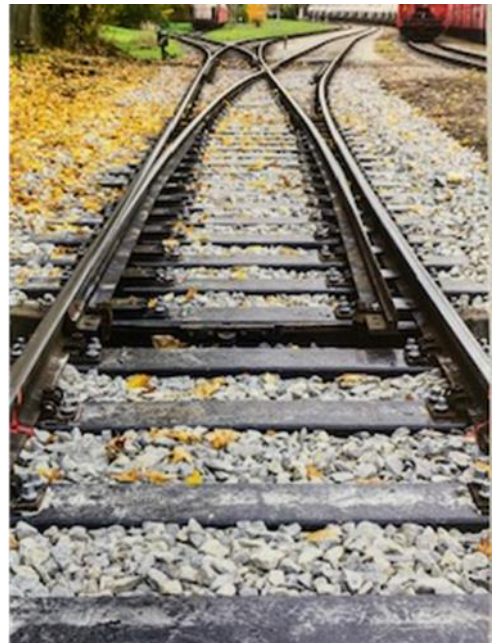


DFS 軌道緊固及隔離系統

4.6.15 STRAILWAY 聚合枕木

STRAILWAY 基本材料係纖維增強的聚烯经、生態鐵道可以更深入環保議題，普通枕木通常用焦油衍生物（Kraton Kroosollo）污染。這些都會為環境和健康帶來問題。在許多情況下，它們已經被許多國家禁止使用。STRAILWAY 提供完美的鐵路塑膠枕木。可以允許生產任何所需的長度並具備替換的優勢，其具有特性：

- (一)環保材質不會污染週遭環境。
- (二)長度可達 7m、易於裁切、銑削及鑽孔需要尺寸，良好加工性。
- (三)木材得完美替代品。
- (四)低處置成本且可以 100%回收。
- (五)更長的使用壽命（降低生命週期成本）。



STRAILWAY 聚合枕木

4.6.16 HET 彈性平交道版

適用於軌道和電車的鐵路平交道系統，HET Elastomertechnik Gmbh-I 生產優質再生橡膠模製零件，其核心業務為輕軌部門生產軌道絕緣系統。

2015 年，HET GmbH 開發了一款包含許多創新元素的新型交叉軌道專業版 (CrossTrack Pro) 鐵路道平交道，汽車及卡車皆能順利通過平交道。截至 09/2024 有交叉軌道專業版(CrossTrack Pro) ，從根本上顛覆現有的彈性網齒輪系統，其具有特性：

- (一)可快捷簡便組裝及拆卸。
- (二)依據 DIN 45673-8 測是材料效能。
- (三)依據 DIN NE 50122-2 散射助焊劑絕緣。
- (四)環保具可持續性，耐天氣、溫度等變化。



HET 彈性平交道版

4.6.17 RSCM 鋼軌表面裂紋測量系統

RSCM 係用於捕捉鋼軌表面缺陷及滾動接觸等缺陷的測量系統。具有創新捕捉並分析金屬疲勞 [RCF] (例如頭部檢查和下蹲)、metal koss 或點蝕，深度可達 7 毫米軌道缺陷分析，RSCM 可由一個人設定和操作。

測量系統和軟體是以用戶友善操作方式進行，使用專利的測量原理記錄鋼軌表面：在鋼軌頭部以 19 個 5 毫米距離排列，高靈敏度的感測器捕獲在鋼軌中產生的磁通量，數據評估期間顯示軟體中的多功能設定選項支援測量過程，在評估鐵路表面時可以添加更多資訊或設置事件標記。

在測量過程中現場評估，可以即時分析所有重要資訊。



RSCM 鋼軌表面裂紋測量系統

4.6.18 PML 雷射測量儀

PML 是新一代軌道橫向輪廓雷射測量儀，PML 能捕獲鐵路鋼軌橫向剖面圖，並根據適用的法規規定排除金屬誤差率。這個儀器能高效測量、儀器本身重量低，保證符合人體工學使用。測量解析度可達 0.01mm、測量不確定性小於 0.1m。

使用 PML 進行測量需要很少的時間，能即時預覽顯示並與參考設定檔的實際目標相互比較。測量後，評價只需要幾秒鐘。測量結果可以是以 PDF 格式導出，安全地將測量結果傳輸到不同的設備。符合 EN 13231-2:2020 導軌測量。PML 配有一個由 3 個部分組成的支撐臂，用於測量不同軌距的軌道上的情況。兩者都有支撐臂和其他配件存放在附智慧型滾輪的實用運輸箱。



PML 雷射測量儀

4.6.19 NEEL UOZ-I 型高速鐵路防動物裝置

NEEL 專為快速行駛鐵路線設計，UOZ-I 型高速鐵路防動物裝置，是一個創新且世界獨特的系統，可防止野生動物與火車的碰撞，利用動物基於生存本能產生自然恐懼的機制。UOZ-I 設備與其他設備相比具有重要優勢，利用傳統解決方案與高鐵絲圍欄結合。其優勢；1. 在沒有火車經過情況下，動物幾乎可以自由地穿過

鐵軌。2. 投資成本顯著降低。在岩石上建造一條通道覆蓋配備 UOZ-I 設備系統 200 至 500 公里的軌道，成本便宜。

在火車即將駛過之前，UOZ-I 設備發出動物感知到的一系列自然聲音作為接近危險的警告，值得臺鐵公司參考其成效。UOZ-I 裝置採用圓筒加工，高 10 厘米，直徑 30 公分寬。每 70 m 安裝一次放置於鐵路軌道兩側的每一處。當動物通常穿過鐵軌線的地方，UOZ-I 裝置自動發出聲音。



NEEL UOZ-I 型高速鐵路防動物裝置

4.6.20 TRIMBLE GEDO Systeme 測量系統

Trimble GEDO 系統是一個快速且有效的測量、記錄工具，詳細記錄現有路線。透過簡單的使用，提供了路線的詳細訊息，如資產管理、地理資訊系統 (GIS) 對齊、設計規劃並記錄品質控制。精度為毫米，每台可以每小時測量 600 m 至 1,200 m 時。使用 Trimble-GETO 以每小時可達 3,000m。

軌道測量車上只需一個人就可以路線上操作推送，獲得軌道相關測量資料。在軌道測量車上測量、記錄和操作控制裝置，設備堅固耐用且防風雨。每一個操作步驟的重要數據都會被記錄並儲存。

實際應用情形：在加州公司辛奎尼和帕薩裡諾公司(Cinquini & Passarino Inc.) (Trimble GEDO)便記錄 80 公里路線，積極的列車正溫度係數(PTC)控制。借助(Trimble GEDO)系統，對鐵路線進行一個完整的追蹤測量。

它不僅僅記錄軌道的絕對位置超高記錄和軌道寬度。這可以在沿著吉斯吉斯 (Gies Gises) 移動時進行測量並可連續記錄。也可以選擇性存儲在某些停止點。

確定軌道位置採用全球導航衛星系統(GNSS)、慣性測量技術或光學測量技術系

統設定 Trimble GEDO 測量車的位置，具備優良測量品質。



Trimble GEDO Systeme

Lösungen für die Gleisvermessung



Flexible Lösungen für die Gleisvermessung



Schienenbau und wesentliche Bestandteile der gesamten Weichbau- und Infrastruktur. Über Ihre gesamte Lebensdauer: Soeben überbaute Bahnen effizienter ausbauen, reparieren, warten und erneuern. Diese Einflüsse erfordern innovative Lösungen beim Messen und Verwalten von Daten.

Auf Basis jahrzehntelanger Erfahrung im Bahnbereich werden bei den Trimble® GEDO Systemen geodätische Hardware mit geodätischen Trimble Instrumenten zur Positionbestimmung und anwendungsgerechter Software kombiniert. Trimble GEDO Systeme stellen schnell und zuverlässig präzise Daten mit absolutem Durchsatz bereit zur Verfügung.

Planung

Mit den Trimble GEDO Systemen werden detaillierte Daten erfasst und verarbeitet, die für die Planung und den Einsatz von Gleisarbeiten benötigt werden.

BIM

Zur Unterstützung der BIM-gestützten Projektentwicklung werden mit den Trimble GEDO Systemen geodätische, hochauflösende und präzise Punktwolken als Grundlage für die Modellierung für die Planung sowie die Zustandskontrolle während und nach der Bauauftragnehmung.

Modernisierung und Erweiterung

Präzise, mit den Trimble GEDO Systemen generierte Geodatenformate können in verschiedene Punkt-Systeme, damit Überlagerungen und Daten auch künftig für weitere Aufgaben und erweiterte Verbindungen bereit sind.

Blaupläne

Mit Trimble GEDO Systemen können Daten nicht nur erfasst werden. Auch Prüfungen und Genehmigungen können durch Abgleich der Baupläne direkt auf Basis der gewonnenen Daten möglich.

Unterhalt

Trimble GEDO Systeme steigern die Produktivität bei Prüf- und Inspektionsarbeiten an Bahnen und Bahnanlagen.

Zugkontrollsystem (ETCS) und PTO

Mit Trimble GEDO Systemen werden Informationen zur Planung und Instandhaltung von Signalanlagen erfasst.

Lichtersammlung

Auf Basis der mit den Trimble GEDO Systemen gewonnenen hochauflösenden und präzisen Punktwolken kann die Lichtersammlung geplant werden.

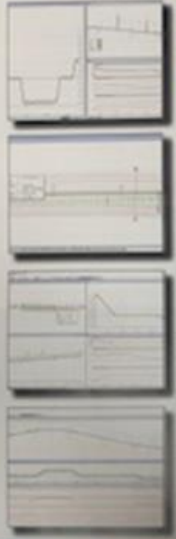
WICHTIGE VORTEILE:

- Schnelligkeit und Präzision bei der Erfassung
- Senkung und Vereinfachung der Kosten für Gleisvermessungen
- Optimierung der Sperr- und Zugpläne
- Schnelle Erfassung von Planung-, Bauwerks- und Baustufen
- Hohe Flexibilität für Werk- und Wartungsarbeiten




Trassenberechnung und Optimierung

GEDO NovaTrack



Trassenberechnung und -optimierung

Die Trimble GEDO NovaTrack Software ermöglicht die automatische und halbautomatische Berechnung einer Trasse basierend auf den Gleisvermessungsdaten der Trimble GEDO Systeme. Auf diese Weise werden die Trassenparameter mit optimalen Parametern und wesentlichen Punkten auf der Grundlage der aktuellen Fahrzeugbewegungen für die Gleisvermessung generiert und exportiert. Die Trimble GEDO NovaTrack Software verarbeitet und analysiert automatisch die GEDO-Gleisvermessungsdaten, Überhöhung und Spurweite und erstellt einen geeigneten Trassenverlauf.

Funktionen

Trimble GEDO NovaTrack berechnet mit Hilfe fortschrittlicher Algorithmen die Trassenparameter und stellt diese grafisch dar. Dazu gehören die ungefähren Positionen auf Basis von Trassierungs- und Richtungsdaten sowie die automatische Bestimmung von Trassenparametern: Übergangskurven, Kreuzungen und Schichten.

Automatisches Verfahren

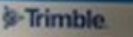
Die statische Berechnung von Trimble GEDO NovaTrack umfasst die Regressionsmethode der Gleisvermessung und die Umwandlung in Trassenparameter. Im besten Fall werden Parameter für die Anpassung der Elemente an die vorhandene Geometrie, Methode der nicht-linearen Regressionsmethode werden die Parameter der einzelnen Elemente durch einen Optimierungprozess bestimmt und optimiert.

Datenaustausch

Neue Trassenoptionen für Gleise, Gradienten und Überhöhung werden direkt in den GEDO-Autoauswertungsprozess integriert. Dies ermöglicht den direkten Import von Informationen in die Software des Trimble GEDO-Office und Trimble GEDO-Track Office sowie in die Planungssoftware des Trimble InRoads, AutoCAD, Bentley und GEDO Track, GEDO-Server und GEDO-Net.

WICHTIGE VORTEILE:

- Hohe Kompatibilität mit Trimble GEDO Systemen
- Automatische und halbautomatische Berechnung von Trassenparametern
- Export von Trassenparametern für die Trassen- und weichen Konstruktionssoftware
- Berechnung und Optimierung von Trassen



TRIMBLE GEDO HARDWARE



1. Trimble 3-Strahl Totalstation	5. Aufnahme-Totalstation	A. Bremse	E. Haltegestänge
2. Positionssystem	6. Trimble GEDO-Profil	B. Schutzbrille	F. Schutzhaube und Bedienung
3. Lautsprecher	7. Trimble GEDO-WKI	C. Universal-Driftrolle	G. Spindelhalter
4. Aktives Trimble-Multimed-Prisma	8. Trimble GEDO-Empfänger	D. Spindelhalter	H. Bedienungsoberfläche
	9. Trimble-Kontrollkasten		I. Datenwaage

Hohe Präzision und hohe Genauigkeit für lange Lebensdauer und geringer Wartungsaufwand. Lager 14 von unten für die 3-Strahl-Totalstation.

Schnelle Montage für neue Trassenoptionen mit ein-mal-um-die-Welt.

Maßstab für verschiedene Spindelhalter.

Absoluter Maßstab mit dem hochauflösenden Lichterscanner-Mess der Trimble 3-Strahl-Berechnung durch GEDO-Server.

Integrierte Datenwaage mit Bluetooth-Kommunikation.



TRIMBLE GEDO Systeme 測量系統

5 現勘/拜會單位說明

5.1 柏林 Inno Trans 展

地址：MesseBerlin GmbH ExpoCenter City Messedamm 22 14055 Berlin

簡介：

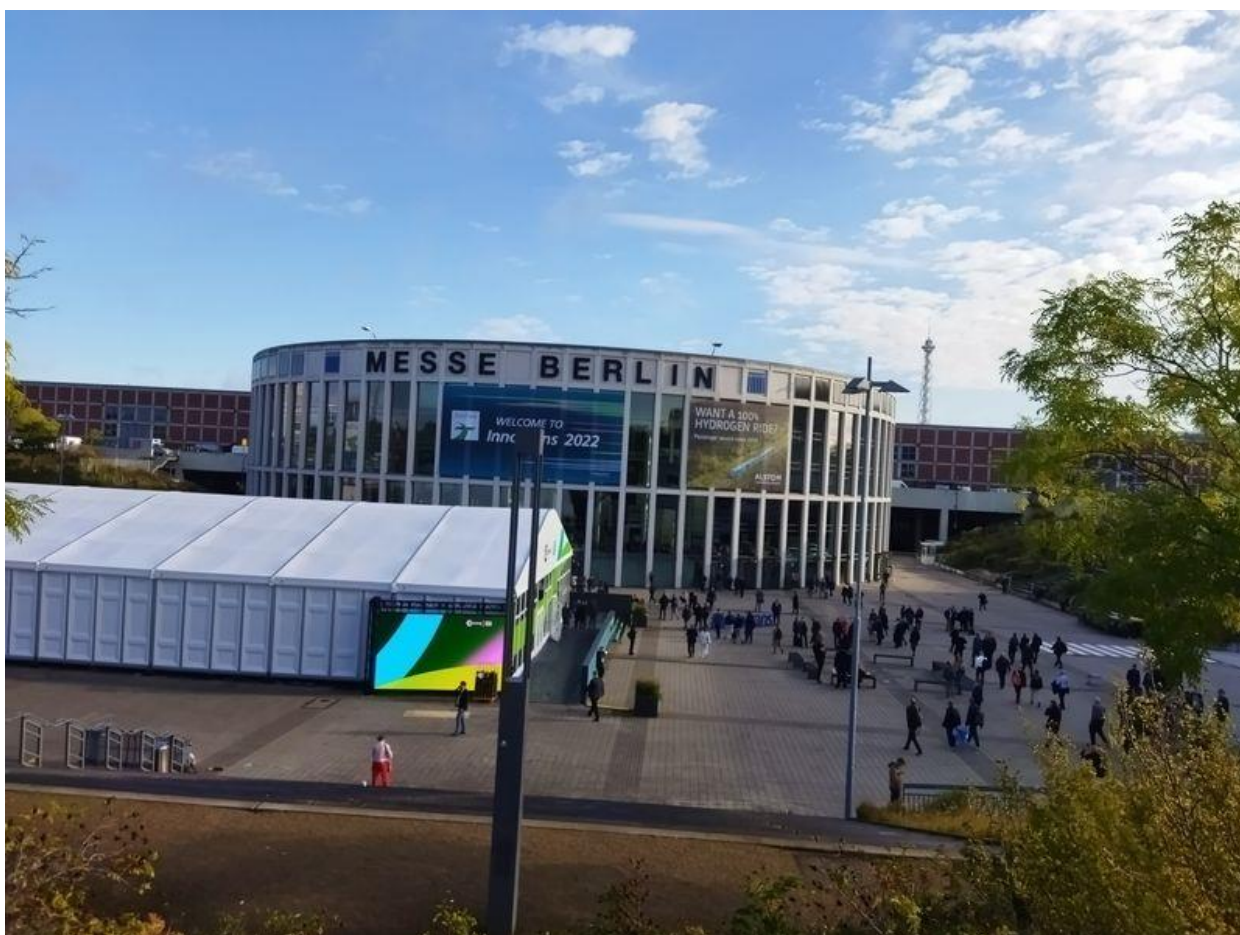
InnoTrans 是領先的國際運輸技術貿易展覽會，每兩年在柏林舉辦一次。

InnoTrans 分為鐵路技術、鐵路基礎設施、公共交通、室內設計和隧道建設五個展區，佔據柏林展覽中心的全部 42 個展廳。

InnoTrans 獨特的賣點是具有軌道展示和露天場地，有 3,500M 軌道，從油罐車到高速列車的所有東西都在上面展示。

InnoTrans 的組織者是柏林展覽公司。

展覽時間為 2024 年 9 月 24 日至 27 日，本次為第十四屆。



展場正門

5.2 施泰德瓦倫西亞廠

地址：Pol. Ind. del Mediterráneo. Mitjera 6E-46550 Albuixech (Valencia)

簡介：

-Stadler Valencia 成立於 2016 年

-基地面積：199,724 m²

-員工人數：多種技能員工 866 名；超過 150 名設計與產品研發工程師

-具備彈性自主設計、研發與測試所有車輛的整合式生產線

-設計與製造能力：轉向架；機車與客車

-相關簡報資料詳附件 1



施泰德瓦倫西亞廠

6 心得及建議

本次因公出國，主要收穫有三：向 R200 型立約商反應車輛缺失與討論施工進度、現勘瑞士冰河列車服務規劃與營運模式，最後是參加德國柏林 Inno Trans 展覽，吸取鐵路科技新知與未來趨勢，以下就這三部份提出心得及建議。

6.1 R200 型柴電機車檢討方面

R200 型柴聯車上路初期，開始面臨新車適應期，如同其他車型或新系統上線或量產交車時，都會有一段時間，需要製造商/使用者/維修單位互相協調配合，方能穩定發揮系統/車輛性能。R200 型柴電機車確實也有類似情形，立約商與本公司也持續密切合作與努力，目前已聚焦易發生問題之系統，藉由特檢，找出系統弱點，藉由換料或設計變更，加強車輛可靠度，截至 11 月中，成效已經展現，相較 9 月份，故障頻率已有改善，未來將持續探究各項故障，確保系統可靠度。

另外本案施泰德公司製造廠所在地瓦倫西亞地區於 113 年 10 月 31 日，於短時間內降下 1 年雨量，造成重大損失，多處地區被洪水衝擊，大量基礎設施毀壞，甚至造成超過百人死亡，目前已收到施泰德公司書面報告，說明該公司已經受到水災波及，詳細情形正在評估，本公司除表示關切外，將密切觀察對本案生產及交車進度有無影響。

6.2 勘查冰河列車

本公司自臺鐵局公司化以來，除持續發展一般短中長程旅客運輸，同時也日益重視高附加價值之休閒/旅遊觀光，慢活型態的鐵道旅遊就是重要的發展項目，現階段本公司與雄獅旅行社及易游網異業合作，各自發揮專長，吸引旅客參加鐵道旅遊。此次赴歐，藉休息日參訪有「最慢特快車」的瑞士國鐵冰河列車，除了驚嘆瑞士山川壯麗、平原河谷優美如化的視覺饗宴以外，團員也從車廂布局、用料、服務方式及營運模式各方面得到啟發，可作為本公司開發類似列車之重要靈感來源：

- (一)車廂透過縮小窗間骨架以加大車窗及增加天窗達使客室通透敞亮，光照充足，本公司 60 輛支線客車正照此理念設計，本次實際勘查實車成果，列車行進途中，車外景色沿連不斷，相較傳統客車窗戶配置，的確提昇景觀感受。
- (二)車廂整體設計，以木紋為設計理念；各國觀光列車多行駛於山區或風景區，以木紋為設計主軸，可使車廂內外風格一致。
- (三)餐車能量至關重要，觀光列車行駛速度慢，旅客會有飲食需求，優質餐點服務，可以畫龍點睛，提高旅客搭乘體驗，冰河列車全車座位皆附餐桌，可額外增加旅運收入。
- (四)座位附設耳機孔，經過頻道選擇，接收各種語言之景觀介紹，可增加旅程深度，再者可以結合當地土特產介紹，與在地商家相互結合，創造雙贏。

6.3 Inno Trans 展會談及觀展心得

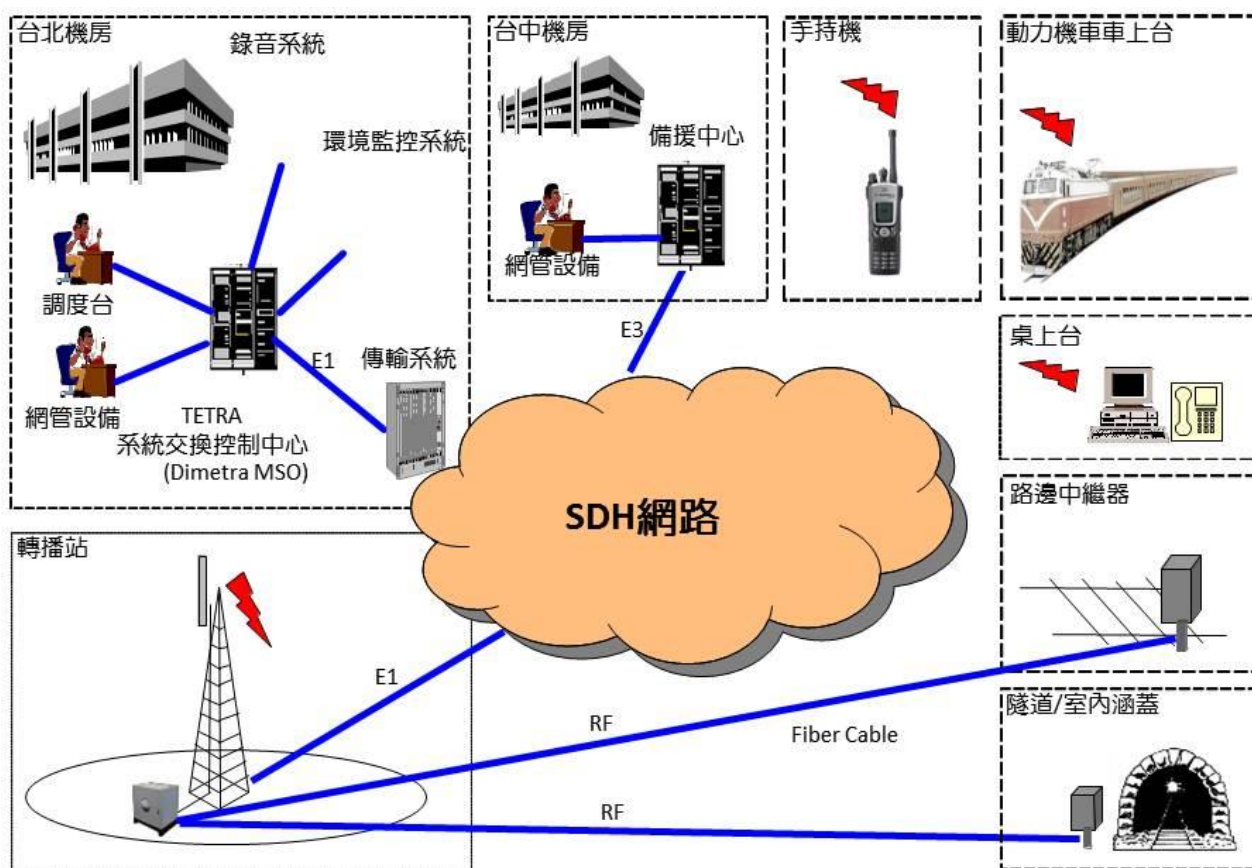
6.3.1 鐵路專用無線電

臺灣鐵路系統創建迄今已逾百年。配合國家產業發展政策，將鐵路智慧化的推動納入軌道建設項目中，近年積極推動導入資通訊技術，建立數位化、智慧化營運管理。

其中鐵路專用無線電(Terrestrial Trunked Radio, TETRA)行車調度無線電話系統，屬於地面中繼式無線電系統(Trunked Radio System, TRS)，屬於專用無線電系統，主要提供調度通訊服務，為亞太地區最大軌道應用之數位多頻道無線電系統。提供行控中心調度員與各車站行車控制人員、列車駕駛及維修人員間之無線電語音通信。並透過 SDH 網路傳輸介面提供語音及數據通道，供有線/無線電話、閉路電視系統(Closed Circuit Television, CCTV)、交換機、廣播、資訊顯示、電腦售票、時鐘、網管、列車通訊及資訊網路使用，並可連結全線骨幹網路。為執行車站通訊機房及控制中心遙控監視、傳輸、管理等功能，須提供網路設備管

理功能。本系統採雙重配置，以確保某一主幹線光纜故障時，仍能維持通訊系統正常運作。車站通訊設備房內之主幹線終端設備須設計成某一站故障時，其餘各車站至控制中心之維生通訊鏈仍能維持運作。

近年來因為原用 SDH 傳輸環路的 E1 頻寬不足，且交通部電信總局指配頻率供 TETRA 無線電系統僅有頻寬 25KHz，但國際資通訊（ICT）技術的快速成熟發展，各個事業領域企業因應未來發展爭相導入運用，世界各鐵路運輸先進發達國家亦積極將鐵路運輸緊密結合資通訊技術，如 Future Railway Mobile Communication System 未來鐵路移動通信系統(FRMCS)的標準化正在 UIC 國際鐵道聯盟迅速發展，其他如數位化資訊收集、大數據分析、雲計算、人工智慧、物聯網（IoT）等的運用，原來 25KHz 的頻寬勢必無法滿足建構其智慧化的鐵路運輸系統。

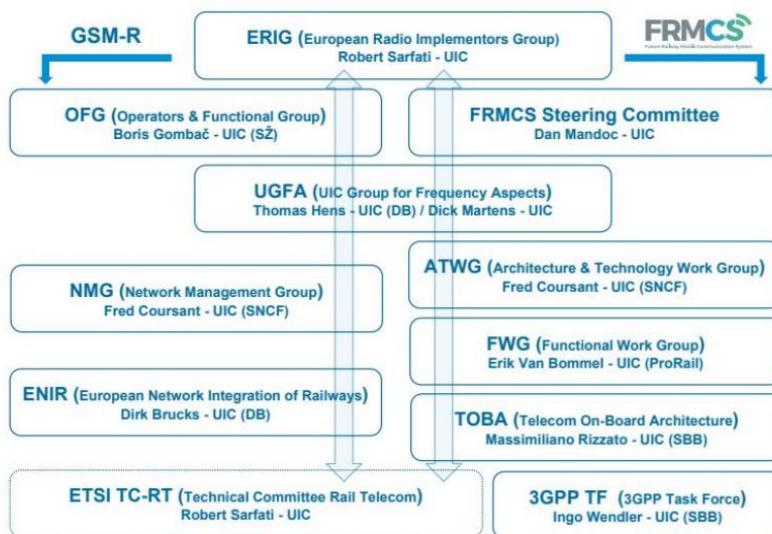


臺鐵行車調度無線電話系統

FRMCS is more than a Technology, it's a Programme



The UIC GSM-R & FRMCS Programs Organisation



UIC FRMCS Organization

一、參考國際發展案例

日本

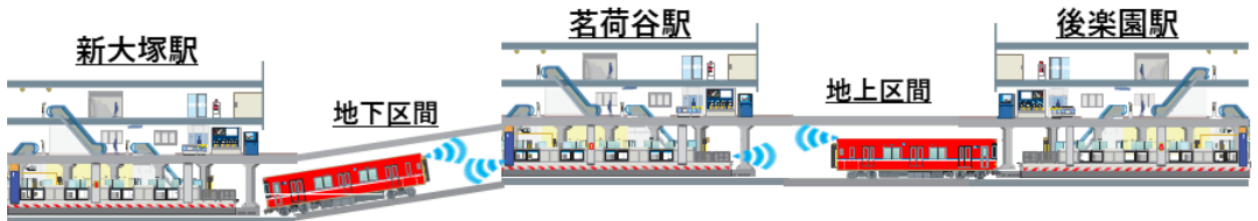
東京地下鐵表示現有的鐵路通訊都是業者獨立開發的私有規格，在安全性以及泛用性都相當低。同時也提高後續維護的成本，伴隨者未來人口老化勞動力減少的情況下後續維護以及技術傳承也會出現問題。同時未來將會使用大量 AI 技術，在傳輸上就會是一大考驗。

2024 年 1 月 24 日東京地下鐵發表與 NTT、日立、三菱和 JR 綜研的共同合作項目。主要是參考目前公有/私有的 5G 網路以及歐洲 FRMCS 後所架構的自有 5G 通訊規格，這也是目前日本首間使用 5G 做為通訊傳輸的鐵道業者。這次試驗主要是為了測試在 5G 環境硬體建設以及電波傳播。同時也會納入列車運行系統和 CBTC 等其他鐵路系統的 5G 通訊測試。未來目標是成為日本國內的通用鐵路通訊標準以及國際標準。除了作為通訊標準之外，也能作為 CBTC 列車與地面設備之間的通訊。並將 CBM 等各種檢測數據傳輸至內部分析平台來提高列車安全性。除此之外也會作為

列車 CCTV 的影像傳輸。測試預計會在 2024 年 8 月~2025 年 3 月進行。測試區間為 丸ノ内線 “新大塚~後樂園” 之間

試驗區間

東京メトロ丸ノ内線 新大塚~後樂園駅間



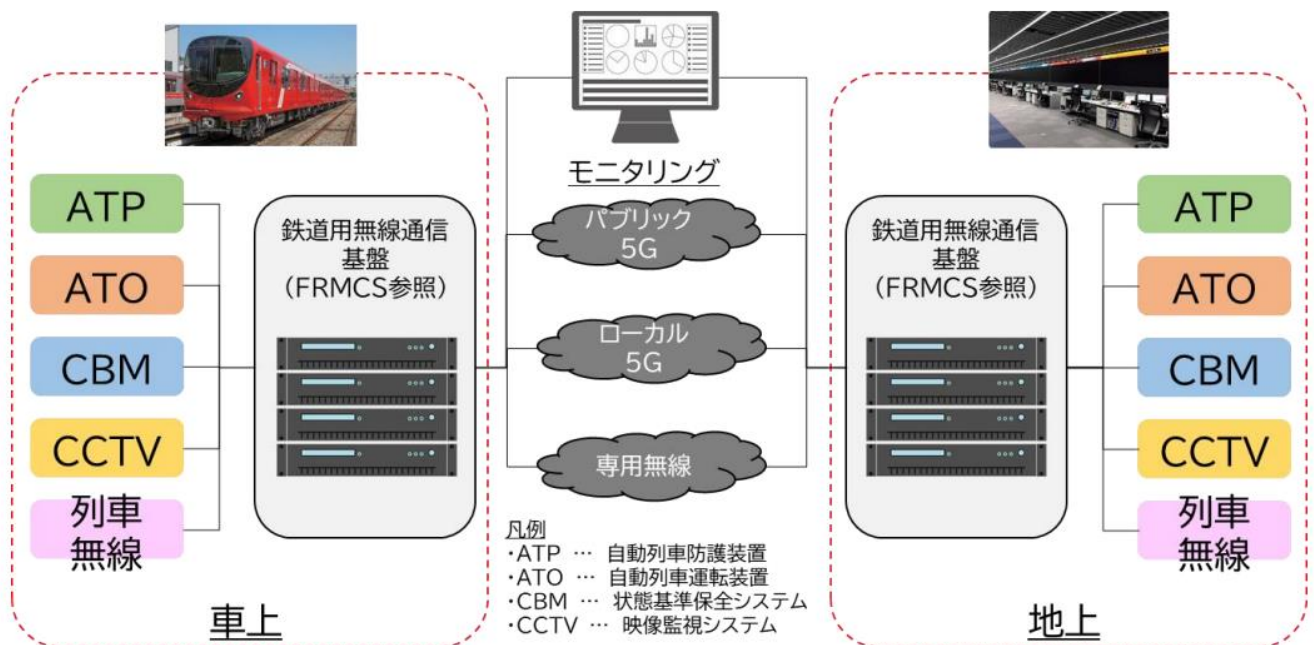
試驗區間概要

測試內容如下圖所示，參考 FRMCS 和本地 5G 的鐵路通訊基礎設施原型將安裝在東京地鐵。並進行

(一)調查公共/本地 5G 和專用無線設備在地下/地上空間的無線電波傳播特性。

(二)比較驗證地面與列車在各種條件下能否保證所需的通訊品質。

(三)利用 CBTC 系統進行控制測試以及鐵路通訊基礎設施上感測器和影像的傳輸測試，我們將檢查鐵路應用程式的功能。



5G FRMCS 試驗範圍

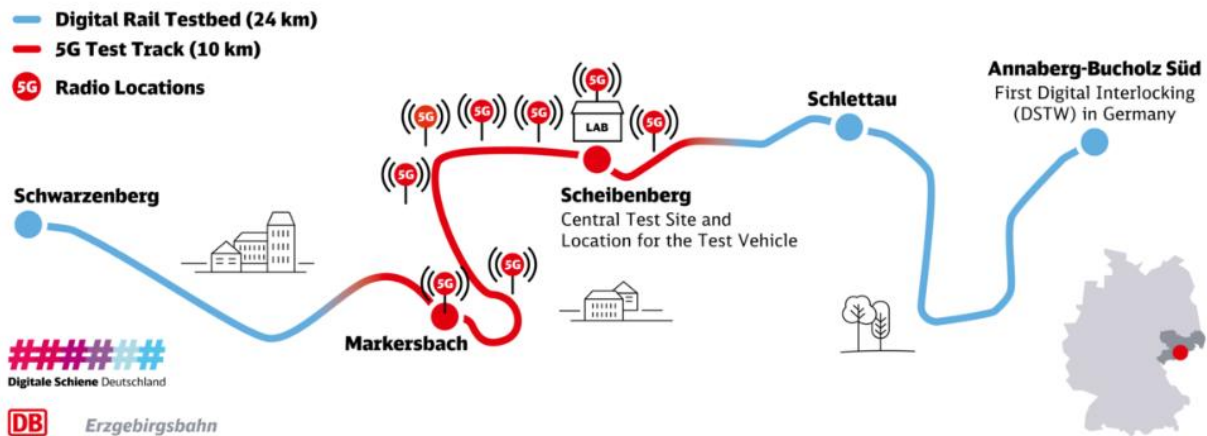
預期效益與應用

(一)透過 5G FRMCS 的大頻寬與低延遲特性，車頭攝影機所攝錄的高清晰影像可以即時傳送至 AI 圖像識別系統，同步識別是否有異物入侵或掉落在鐵軌上，有效提升了鐵路行駛安全。

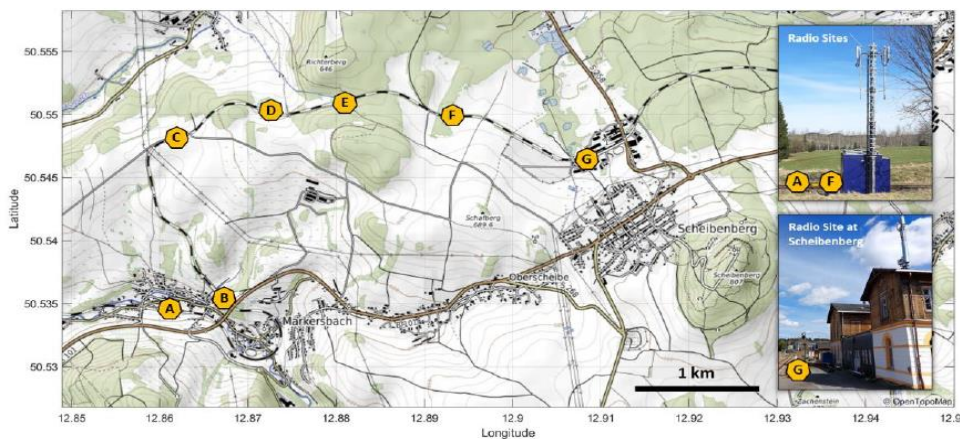
(二)藉由 5G 高速傳輸特性，車廂攝影機可無延遲、即時傳送影像至列車駕駛室及行車中心，更快發現乘客異常，明顯確保了整體乘客安全。

德國鐵路 Deutsche Bahn (DB)

由德國鐵路 Deutsche Bahn (DB)、網路設備供應商諾基亞(NOKIA)、無線電通訊傳輸商西門子(SIEMENS)等合作，完成全球首批 5G FRMCS 測試。作為「德國數位鐵路」部門計畫的一部分，DB Netz 正在提供測試場，包括基礎設施透過 10 公里的鐵路軌道 Markersbach-Schlettau 路段建設 5G FRMCS 測試網絡。



DB Netz 5G FRMCS 基地站台範圍



DB Netz 5G FRMCS 路線圖

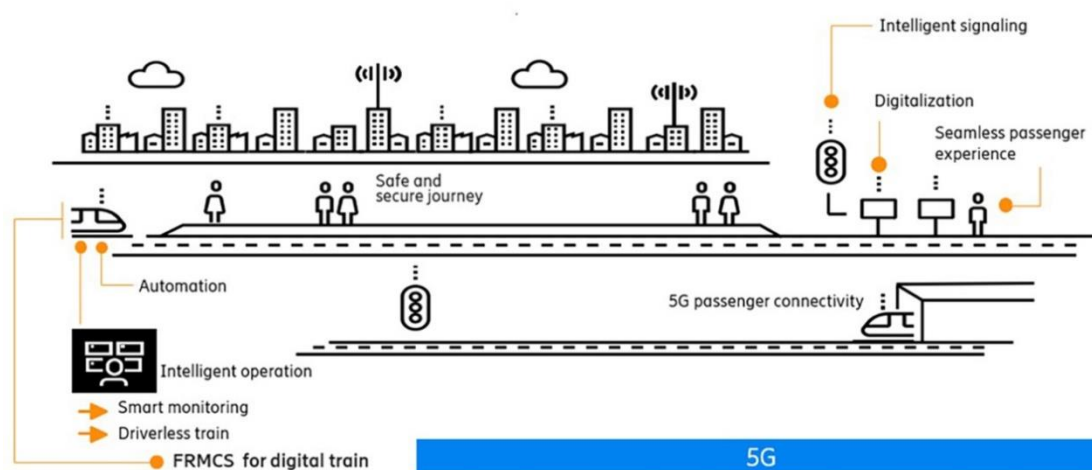
5G 被認為是未來鐵路行動通訊系統 (FRMCS)的基本技術，將實現列車和基礎設施之間的即時數據交換，從而為數位化和日益自動化的鐵路系統奠定基礎。在 5G 測試領域，正在為此測試創新技術，這將提高鐵路網路的容量、可靠性和效率。

在測試中，諾基亞(NOKIA)依靠經過驗證的無線電介面組件（「5G Airscale Radio」）、通訊網路的 5G SA Core（「5G Stand-Alone Cloud Packet Core」）以及用於連接和同步所有設備的網路組件。2023 年第二季度，完成了 FRMCS 系統的建造與評估。這一里程碑標誌著諾基亞和 DB Netz 之間的聯合計畫第一階段的結束。在該專案的第二階段，該網路將由三個合作夥伴運作直至 2026 年底。

二、鐵路運營如何從 FRMCS 中受益

如前所述，我們現在已經習慣了智能手機上的 5G 速度，政府開始為不同的政府通信系統（如全國公共安全網路）構建 4G 和 5G 網路。公共交通部門也將受益於地鐵、區域和幹線鐵路的 5G 移動寬頻。

通過提供更多頻寬、更快的速度、更低的延遲和更安全的系統，鐵路組織可以利用 5G FRMCS 通信技術實現運營現代化和數位化。



5G 可提供更高效安全操作，提供更好的服務

這意味著鐵路運營商可以完全數位化鐵路運營，支持越來越高水準的自動列車運營（ATO），利用物聯網（IoT）提供的潛力，例如智慧預防

性維護，並使用視頻進行鐵路沿線的監控和障礙物檢測。與今天相比，更多的火車可以在相同的軌道上流通，並且可以為乘客提供更準確的資訊和更量身定製的車載服務。它最終將提高旅客和通勤者的服務品質。

透過端到端 **FRMCS** 網路的應用，包括無線接入網路、**5G** 核心、**IMS** 多媒體通訊以及第三方應用伺服器 and 終端設備。（駕駛室無線電位於火車駕駛艙內，由列車司機操作，調度員位於指揮中心）。

如今，許多鐵路公司在列車內為乘客提供 **Wi-Fi** 或安裝中繼器，以改善車廂內公共行動營運商網路的覆蓋範圍。然而，這也有一些缺點，例如昂貴的 **Wi-Fi** 或中繼器設備的維護和升級，以及打開車門時重複無線電信號的干擾。相反，公共行動營運商可以使用其常規的商用 **5G** 網路提供乘客連接，並在主要鐵路軌道上建造額外的 **5G** 基站。

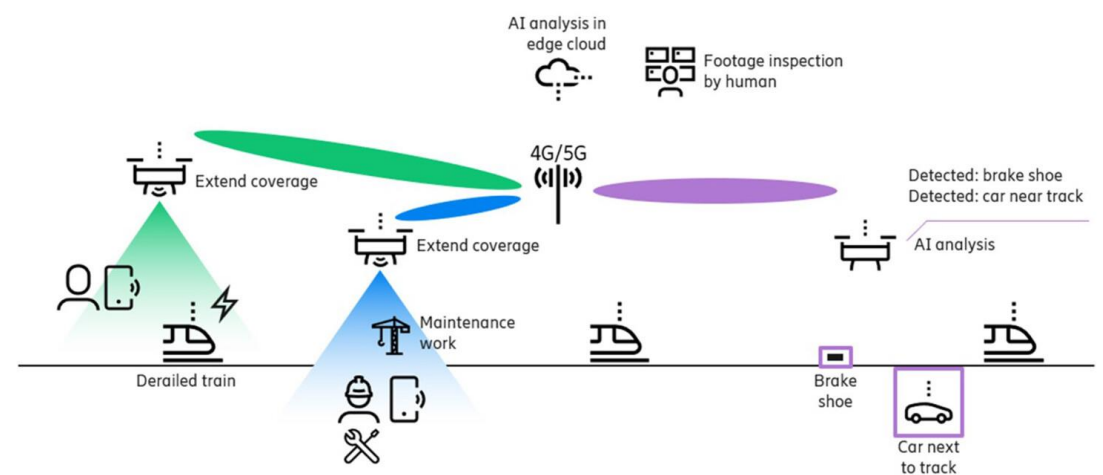
通過在火車車窗中使用特殊材質的玻璃，**5G** 信號將更好地穿透玻璃（普通車窗玻璃經過塗層處理以減少太陽輻射，從而加熱乘客車廂）。這樣，就可以避免 **Wi-Fi** 或中繼器設備的成本高昂且繁瑣的維護和升級，行動營運商可以通過其 **5G** 寬頻服務為其客戶提供服務。

預計未來，鐵路部門也將有更多的自動化，如果天氣惡劣，軌道上有積水、動物、山體滑坡或其他障礙物，可能會發生這種情況。想像一下，火車上可能安裝有機器人設備，或者有重型無人機，其工具可以在緊急情況下升降或移除軌道上的障礙物。這些工具可以由位於另一個地區辦公室的運營團隊通過大頻寬做及時的遠端控制和清晰的影像可視作業。

此外還可以使用無人機來提高感知能力，無論是用於定期巡邏（例如，尋找障礙物或植被管理）還是快速評估災難場景中的情況（例如脫軌）。隨著過去幾年視覺 **AI** 分析的巨大進步，這個過程可以在很大程度上實現自動化。

使用無人機的第二個機會是擴大地面網路的寬頻覆蓋範圍和本地容量，將無人機作為可部署的單元。特別是在偏遠地區、丘陵地區，為

所有場景和鐵路軌道周圍的所有地方提供足夠的網路覆蓋是一項挑戰。在這種情況下，無人機可以動態介入，例如，在夜間維護工作或災難情況下，以提供所需的網路性能。



5G FRMCS 網路連接的鐵路無人機應用範例

三、如何經濟高效地為鐵路部署 5G FRMCS 網路

構建既能滿足鐵路運營連接又能滿足乘客連接的 5G FRMCS 網路的最具成本效益的方法是什麼？同時滿足鐵路運營商在覆蓋範圍、容量，當然還有彈性方面的嚴格要求？

混合架構結合了鐵路專用網路資產和公共移動運營商的共用網路資產也許是合理的方案，這具有許多優勢。鐵路公司可以在其 5G 核心甚至 5G 無線電基站上運行最關鍵的應用-語音通信、列車控制和信號。借助這種混合架構，他們可以實現：

- (一)為視訊影像等高頻寬應用程式提供額外的容量
- (二)額外備援線路保障
- (三)作為後備網路，以防他們的網路發生重大問題

只有在確保服務品質 (QoS) 的情況下，才能使用公共行動營運商的網路資產。為此，可以使用網路切片或無線接入網路共享等機制。歐洲的 5G 鐵路走廊戰略部署議程採用了這種混合架構。

6.3.2 鐵路平車

「蘇花公路安全提升計畫」是針對台 9 線蘇花公路沒有納入蘇花改計畫的 3 大路段進行的安全提升計畫，分別為東澳至南澳段、和平至和分段及大清水至崇德段。預計經費將耗費 1,005 億元新臺幣，預計 114 年開工建造，123 年完工通車，工期約 7 年。

為了以較環保之鐵路運輸，載運施工產生之土石方，計畫中要求本公司擔任土石方清運任務。為此，公路局委託本公司增購 90 輛 50 噸平車，在這次 InnoTrans 展覽中，看到各種不同的平車設計方案，其中不乏在本公司運行條件下，可載重可超過 75 噸的 4 軸轉向架方案，相較本公司現有平車，載運量提昇 50%。顯示鐵路雖然是百年傳統產業，但老樹也有新枝芽，各項發展仍然是日新月異；為了解新科技或系統可以帶給本公司的進步與發展，建議每 2 年可由公司組團前來參加這個 2 年舉辦一次之最大鐵路及運輸產業展覽會 InnoTrans 展，藉由國際各廠商的不同提案，解決本公司系統，或是提供新思路。

參考文獻：2024 年 InnoTrans 展覽攤商提供資訊