

出國報告（出國類別：其他）

「城際電聯車 600 輛案」購車案第 4 批次 出國檢驗測試

服務機關：交通部臺灣鐵路管理局

姓名職稱：處長 鄭國璽

處長 劉裕庭

副處長 洪金富

副工程司 陳勝國

幫工程司 鄧玉山

技術助理 楊承都

派赴國家/地區：日本/東京、福岡

出國期間：112 年 11 月 7 日至 11 月 14 日

報告日期：113 年 1 月 15 日

摘要

此行藉由參加日本鐵道技術展機會，與 EMU3000 型多家子系統供應商會談，除交換技術意見外，同時藉由展覽機會，觀察及學習目前及未來軌道業界發展趨勢與先進技術及概念，可適時導入運用或透過國內產業生態系研發創新，以持續提升臺鐵行車安全與服務品質。

鐵道展場地位於東京千葉縣，鄰近 68 輛電力機車製造廠東芝公司府中工廠，為增加 113 年電力機車交付數量，以儘早替換車齡老舊之 E1000 型與 GE 機車，團隊赴府中工廠視察生產狀況，並與東芝公司達成共識，113 年交車輛數將由原訂 9 輛增至 21 輛。

之後搭乘新幹線到日立笠戶工廠，廠勘 EMU3000 型車輛製造程序，就車下空氣管路施工流程進行了解，確認製造、安裝、品管作業完備，避免再次發生行駛中管路脫落事件。並與該公司材料部門商談如何儘速引進 EMU3000 型檢修用料，以免已上線車輛因無料而無法提供正常營運。

目次

本文	4
1 目的	4
1.1 要求電力機車 68 輛案加速交付車輛	4
1.2 於日本鐵道技術展中與 EMU3000 型供應商洽談	4
1.3 EMU3000 型製造廠勘查及維修用料確認	4
2 時間及行程	5
2.1 簡要行程表	5
3 團員組成	6
3.1 團員組成	6
3.2 團員簡歷	6
3.2.1 鄭處長國璽	6
3.2.2 劉處長裕庭	6
3.2.3 洪副處長金富	7
3.2.4 陳副工程司勝國	7
3.2.5 鄧幫工程司玉山	7
3.2.6 楊技術助理承都	7
4 過程	8
4.1 11 月 8 日 東芝府中工廠訪問	8
4.1.1 漏水試驗高失敗率檢討	8
4.1.2 113 年交車輛數檢討	10
4.1.3 鐵路運輸核心電力供應	10
4.1.4 東芝府中工廠視察	14
4.2 11 月 9 日~11 月 10 日 參訪 MTIJ 日本鐵道技術展	17
4.2.1 MTIJ 日本鐵道技術展簡介	17
4.2.2 KNORR-BREMSE 展位參觀	18
4.2.3 Gummi-Metall-Technik GMT 展位參觀	22
4.2.4 FRAUSCHER 展位參觀	24
4.2.5 日本信號 展位參觀	28

4.2.6	STADLER 展位參觀	31
4.2.7	RiCHARD 展位參觀	33
4.2.8	HEGENSCHEIDT-MFD 展位參觀	34
4.2.9	MERMEC 展位參觀	38
4.2.10	日本車輛展位參觀	44
4.2.11	富士電機展位參觀	46
4.2.12	工進精工所展位參觀	48
4.2.13	日立ハイテク展位參觀	51
4.3	11 月 13 日 日立笠戶工廠廠勘及備料商談	56
4.3.1	車下氣管進料檢驗/安裝/品管	56
4.3.2	保固用料討論	57
4.3.3	日立 EMU 3000 型城際電聯車 600 輛訪查提問	58
5	心得及建議	60
5.1	東芝府中工廠訪問	60
5.2	MTIJ 日本鐵道技術展參訪	60
5.2.1	駝運車	60
5.2.2	自動化檢測	62
5.2.3	電車線架空線路檢測設備	62
5.2.4	國產化心得	63
5.3	日立 EMU 3000 型城際電聯車 600 輛訪查	64
5.4	行程偶得	65
5.4.1	日本鐵道電車線系統	65

本文

1 目的

1.1 要求電力機車 68 輛案加速交付車輛

本局 E1000 型推拉式機車已屆最低使用年限，GE 機車則為逾齡車輛，兩者車況不佳，故障率逐年攀升。為降低故障率，E500 型機車實有儘速上線必要。製造商東芝公司原訂 112 年交付 9 輛，然數量過少，不足本局使用，故於此行一併安排訪問 68 輛電力機車製造商東芝公司，期望藉由面對面溝通，表達本局需求，並與東芝公司商談提前交付之可行性及配套措施。

1.2 於日本鐵道技術展中與 EMU3000 型供應商洽談

EMU3000 型已交貨 41 編組（共 50 編組），且已召開驗收程序會議。檢驗完成後即依檢修作業標準程序執行各級維修保養，惟立約商日立公司遲未交付維修備品資料，影響後續備品採購，日立公司稱子系統供應商未提供相關資訊所致。為此，團隊藉由日本鐵道技術展機會，與 EMU3000 型子系統供應商洽談備品事宜，以求維修工作之順遂。同時藉由展覽，觀察及學習各個領域之最新技術，作為持續提升臺鐵行車安全與品質之參考。

1.3 EMU3000 型製造廠勘查及維修用料確認

EMU3000 型使用迄今，發生數次氣管脫落事故，分析調查後發現，肇因於製造過程銅管連結深度不足及緊固螺帽未轉緊所致。相關施工/品管/測試流程均須加以檢討。本次廠勘要求日立公司說明改善方案及訪視現場實做過程，確認連結深度，螺帽緊固磅數及施工/品管流程點檢機制是否完備。

另則與廠方材料採購單位溝通提供維修備品之重要性，要求廠商儘速供料，確保 EMU3000 型各級檢修用料無虞。

2 時間及行程

2.1 簡要行程表

日期	地點	行程說明
11/7 (二)	臺北—東京	移動日(松山機場—羽田機場)
11/8 (三)	東京	赴東芝府中工廠勘查造車現況
11/9 (四)	東京	參訪日本鐵道技術展
11/10 (五)	東京	參訪日本鐵道技術展
11/11 (六)	東京	資料整理/研讀
11/12 (日)	東京-福岡	移動日(東京—福岡)
11/13 (一)	福岡	赴日立笠戶工廠勘查造車現況
11/14 (二)	福岡-桃園	移動日(福岡機場-桃園機場)

3 團員組成

3.1 團員組成

考察日期： 2023/11/7(二)~11/14(二)		考察目的：城際電聯車 600 輛案製程檢測及督導
	職稱	姓名
1	機務處處長	鄭國璽
2	電務處處長	劉裕庭
3	電務處副處長	洪金富
4	副工程司	陳勝國
5	幫工程司	鄧玉山
6	技術助理	楊承都

3.2 團員簡歷

3.2.1 鄭處長國璽

姓名	職稱	任職單位	教育程度	聯絡方式
鄭國璽	處長	臺鐵局機務處	台灣科技大學自動化與控制研究所畢業	+886-937-873601 0754903@railway.gov.tw
工作經歷 Working Experience				
1. 2004-2006：民航局飛航服務總臺工務員 2. 2006-2007：民航局飛航服務總臺副工程司 3. 2007-2017：民航局飛航服務總臺助航設備課課長 4. 2017-2018：民航局飛航服務總臺航電技術室副主任 5. 2018-2020：民航局飛航服務總臺航電技術室主任 6. 2020~2023：臺鐵局機務處副處長 7. 2023~：臺鐵局機務處處長				

3.2.2 劉處長裕庭

姓名	職稱	任職單位	教育程度	聯絡方式
劉裕庭	處長	臺鐵局電務處		
工作經歷 Working Experience				
1. 臺北電務段技術助理、技術領班、助理工務員 2. 臺北電務段工務員、幫工程司兼總機室主任 3. 臺北電務段幫工程司兼分駐所主任、技術主任 4. 2009-2011：電訊中心副主任 5. 2011-2011：臺北電務段副段長 6. 2011-2016：電訊中心主任 7. 2016-2023：臺鐵局電務處副處長 8. 2023~：臺鐵局電務處處長				

3.2.3 洪副處長金富

姓名	職稱	任職單位	教育程度	聯絡方式
洪金富	副處長	臺鐵局電務處		
工作經歷 WorkingExperience				
1. 2015-2016：臺南電力段副段長 2. 2016-2023：臺南電力段段長(1050116-1060606) 3. 2023~：電務處副處長				

3.2.4 陳副工程司勝國

姓名	職稱	任職單位	教育程度	聯絡方式
陳勝國	副工程司	臺鐵局機務處	元智大學機械工程學系 畢業	02-22367410 tr771046@gmail.com
工作經歷 WorkingExperience				
1. 1999-2004：助理工務員，交通部臺灣鐵路管理局七堵檢車段 2. 2004-2014：工務員，交通部臺灣鐵路管理局機務處 3. 2014-2018：幫工程司，交通部臺灣鐵路管理局機務處 4. 2018-：副工程司，交通部臺灣鐵路管理局機務處				

3.2.5 鄧幫工程司玉山

姓名	職稱	任職單位	教育程度	聯絡方式
鄧玉山	幫工程司	臺鐵局機務處		
工作經歷 WorkingExperience				
1. 1988-2004：助理工務員、工務員，交通部臺灣鐵路管理局臺北機務段 2. 2004-2007：工務員，交通部臺灣鐵路管理局七堵機務段 3. 2007-2012：工務員，交通部臺灣鐵路管理局臺北機務段 4. 2012-2013：勞安主任，交通部臺灣鐵路管理局臺北機務段 5. 2013-2014：幫工程司，交通部臺灣鐵路管理局七堵機務段 6. 2014~：幫工程司，交通部臺灣鐵路管理局機務處				

3.2.6 楊技術助理承都

姓名	職稱	任職單位	教育程度	聯絡方式
楊承都	技術助理	臺鐵局機務處	國立臺灣師範大學光 電科技研究所畢業	02 0073073@railway.gov.tw
工作經歷 WorkingExperience				
1. 2019~2022：技術助理，交通部臺灣鐵路管理局新竹機務段 2. 2022~：技術助理，交通部臺灣鐵路管理局機務處				

4 過程

4.1 11 月 8 日 東芝府中工廠訪問

東芝府中工廠是東芝公司的主要事業所之一，位於東京都府中市東芝町 1 號。該工廠成立於 1939 年，主要從事電力系統、社會基礎設施、醫療設備、半導體等領域的研發和製造。日本東芝公司為本局購買 68 輛新型電力機車之製造商。原本預計在 112 年交車 9 輛，惟數量不符合使用需求，因此安排了此次訪問，希望能與東芝公司面談，表明本局的要求，並探討是否能提早交車和相關的配套措施。此次訪問除了討論最重要之交車議題，同時也針對一些缺失進行研討，最後則視察該工廠製造情形。

4.1.1 漏水試驗高失敗率檢討

目前電力機車 68 輛案已辦理車號 E501～E504 之雨漏測試，但測試結果發現過半車輛有漏水現象，團隊赴日本府中工廠，與品管人員現車勘查及會商，東芝公司提出漏水原因為駕駛室與機械室接縫處防水墊片破裂。團隊表示車輛尚未正式上線，即發生數起測試漏水，可能成因為公差控制問題導致駕駛室與機械室接合處組件受壓不均，在機械室重設備安裝後，此情形進一步擴大，導致防水墊片破裂，已請東芝公司重新檢討施工方式。

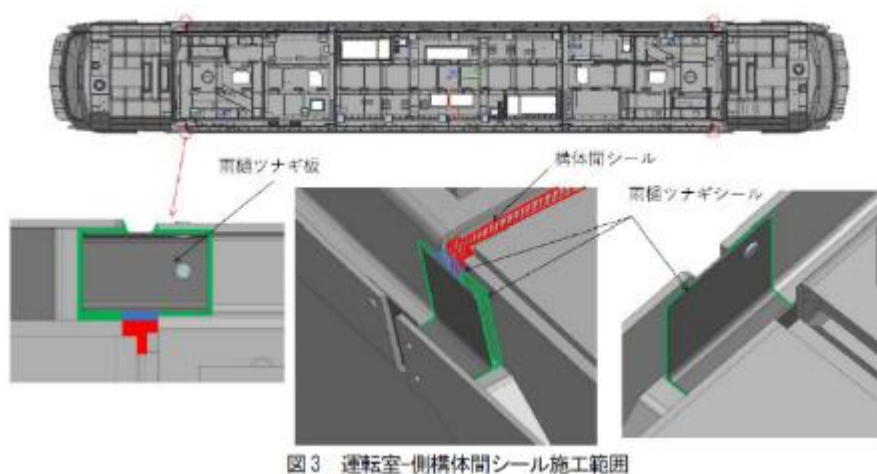


圖 4.1.1-1 機械室與駕駛室接縫處放大圖

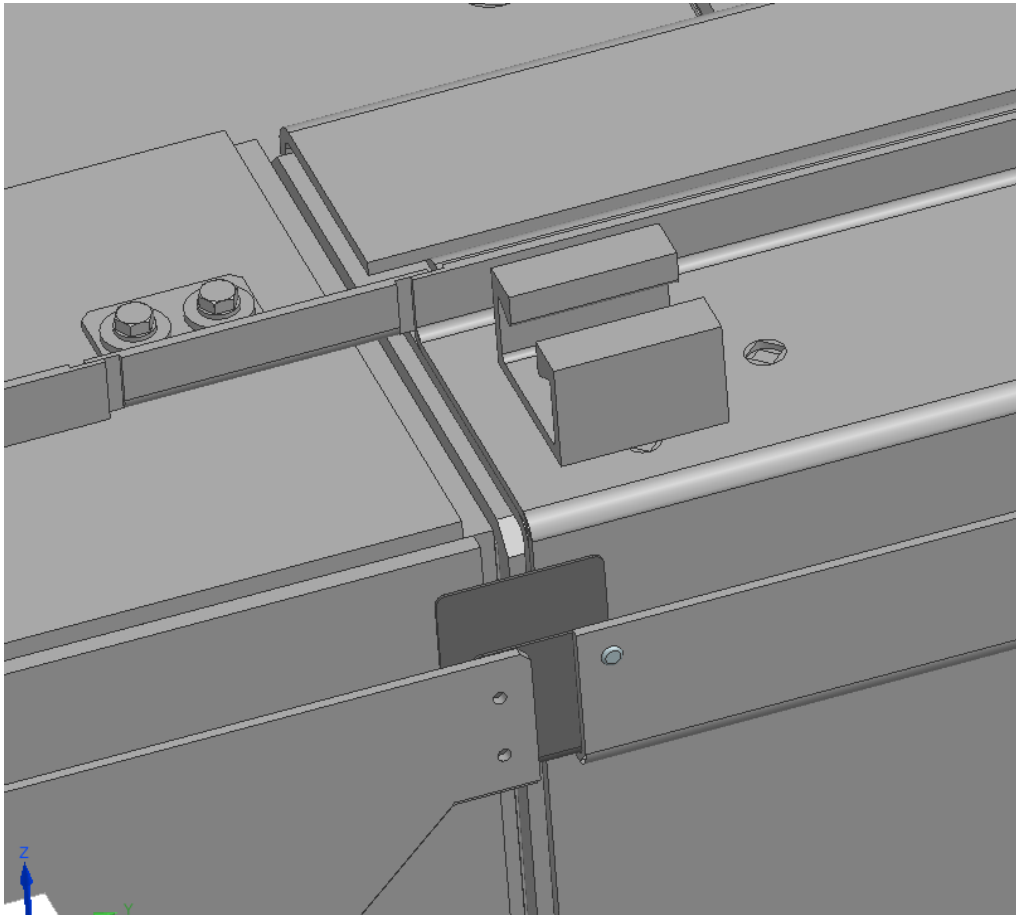


圖 4.1.1-2 機械室與駕駛室接縫處外側視圖



圖 4.1.1-3 機械室與駕駛室接縫處上視圖

4.1.2 113 年交車輛數檢討

本局 E1000 型及 GE 電力機車車齡老舊，車況不佳，近年故障率提昇，加上維修料件逐漸停產，購料日益困難，實急需以新車取代。電力機車 68 輛案原訂 113 年交付 9 輛，經本局評估應增加交付輛數以緩解用車壓力，團隊與東芝公司洽談後，取得共識，113 年交付輛數由原訂 9 輛增加至 21 輛，惟東芝公司表示現行契約規定之交車流程會使交車集中在 113 年 9 月以後，經檢視契約內容，可就部份履約程序進行調整，以安全無虞為前提，修正履約程序，達成提早交車之目的。

Delivery for 2024 can be increased from 9 to 21 with some deviations.

Original Plan (Submitted in Sep.)

電力機車 68輛	108/10/8決議 108/11/1簽約		年度/月	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	小計
	單月交車數	2022	111													0
		2023	112									1		2		3
		2024	113			3									6	9
		2025	114		6		6		6	6		6		6		36
		2026	115		6			6			8					20

※ The above delivery plan for 2nd and 3rd lot is based on the assumption that 交車測試 for 1st lot is completed in August 2024. (Spec 1.4.(3))

The interruption of the commissioning test due to PP電氣 availability is not taken into account in the above assumption.

Optional Plan (Proposal to increase 2024 delivery)

電力機車 68輛	108/10/8決議 108/11/1簽約		年度/月	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	小計
	單月交車數	2022	111													0
		2023	112									1		2		3
		2024	113			3						6	6		6	21
		2025	114						6	6		6		6		24
		2026	115		6			6			8					20

※ The 2nd lot will start to be delivered BEFORE the 交車測試 for 1st lot is completed. (against Spec 1.4.(3))

※ The commissioning will be carried out as per the table below. The working days should be calculated from the day when 整備試驗 actually starts for a respective locomotive. (against Spec 5.4.2 (3))

圖 4.1.2-1 交付數量由 9 輛增加為 21 輛

4.1.3 鐵路運輸核心電力供應

本次訪查東芝(TOSHIBA)府中事業工廠，本局電務處同仁亦藉此機會聽取鐵路運輸的核心電力供應介紹。

鐵路供電設備必須高度可靠及安全，當今設備必須具備高經濟效益，以適應在有限空間內和短時間內之安裝。因此，東芝開發了高度可靠的 SF6 氣體絕緣開關設備(Gas Insulated Switchgear, GIS)，它可以簡化現場工作並減少高達 92% 的土地佔用。對於主變壓器，東芝提供不可燃氣體絕緣變壓器(Gas Insulated

Transformer, GIT)，以實現更緊密的變電站解決方案。對於東芝的中壓開關設備產品系列，他們也開發了櫃式氣體絕緣開關設備(C-GIS)和無 SF6 固體開關(SIS)。

氣體絕緣開關設備(GIS)是採用 SF6 氣體絕緣的一體化開關設備(如圖 4.1.3-1)，主要用於 27.5KV 以上系統，東芝在開發和製造 GIS 方面擁有悠久的歷史。



168kV GIS



170kV GIS

圖 4.1.3-1 168KV 及 170KV GIS 設備

櫃式氣體絕緣開關設備(C-GIS)是採用 SF6 絕緣氣體的一體化開關設備(如圖 4.1.3-2)，主要用於 36kV 至 84kV 系統，東芝花費多年時間開發和製造高品質的 C-GIS，C-GIS 使用真空斷路器 (VCB)。其特點包含：

1. 緊密的設計。
2. 戶外相容性。
3. 安全運行。
4. 維護成本低。
5. 簡單的電纜耐壓測試。

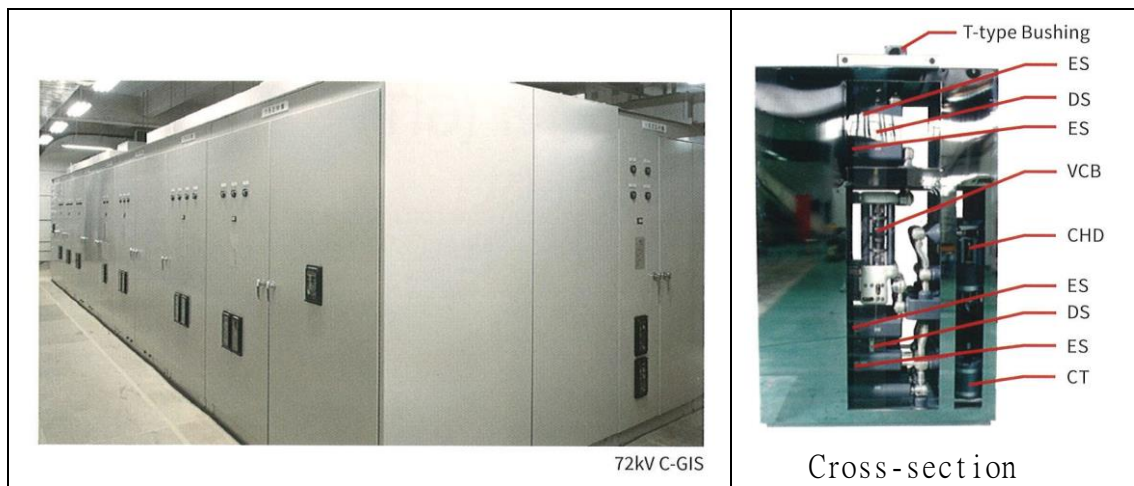


圖 4.1.3-2 C-GIS 外觀及內部構造圖

東芝生產的鐵路供電設備有供應台灣高鐵及臺鐵局，如臺鐵局九曲堂變電站目前使用的 C-GIS 設備(如圖 4.1.3-3)，其建議使用年限 20 年。



圖 4.1.3-3 九曲堂變電站 C-GIS 設備

氣體絕緣變壓器（GIT）採用 SF6 氣體取代礦物油進行絕緣和冷卻，適用於戶內和地下變電站。東芝的 GIT 具有以下特點：

1. 不燃性：使用 SF6 氣體代替礦物油，減少了對消防系統的需求。這也允許安裝在與 GIS 房間相同的房間內，以實現更緊密的變電站佈局。
2. 非排他性：不需要洩壓裝置。
3. 緊密的設計：不需要儲油櫃和洩壓裝置。

固體絕緣開關設備（Solid Insulated Switchgear, SIS）採用自主開發的高性能環氧樹脂作為SIS的絕緣材料(如圖4.1.3-4)。這種環氧樹脂在強度、柔韌性、耐熱性和介電強度方面具有顯著改善。透過使用這種材料進行開關設備絕緣，可以減小尺寸，同時保持設備的高可靠性。SIS 所需的安裝空間比我們傳統的空氣絕緣開關設備小。對於 24/36kV SIS，採用了用於 VCB 的平衡磁致動器(BMA)，這進一步減小了 SIS 的尺寸和重量，同時又不影響其性能。

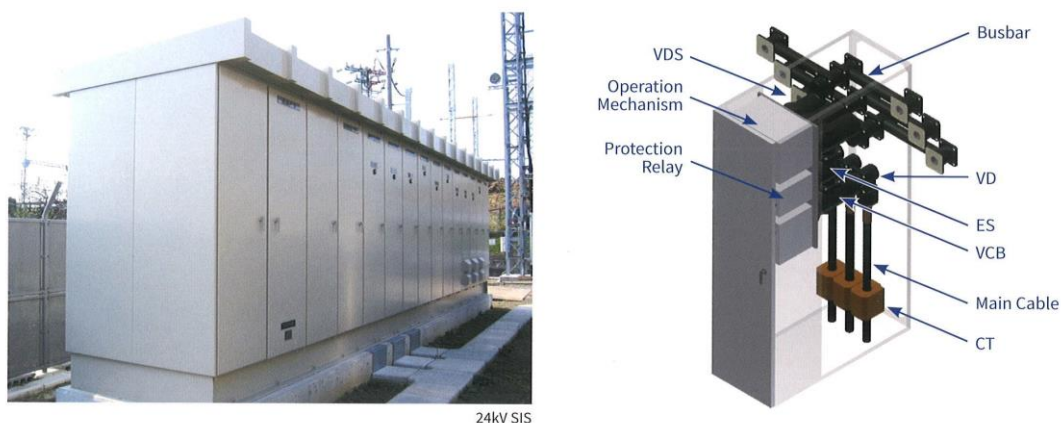


圖 4.1.3-4 SIS 外觀及內部構造圖

SIS 不使用溫室氣體，其採用高性能環氧樹脂對主電路導體和主電路元件進行絕緣。它減少 100% 導致全球暖化的 SF6 氣體。用於櫃式 SF6 氣體絕緣開關設備（C-GIS）的 SF6 用量從大約 300kg 減少到 0kg。內部零組件則以模組化設計(如圖 4.1.3-5)，利於故障時局部汰換。

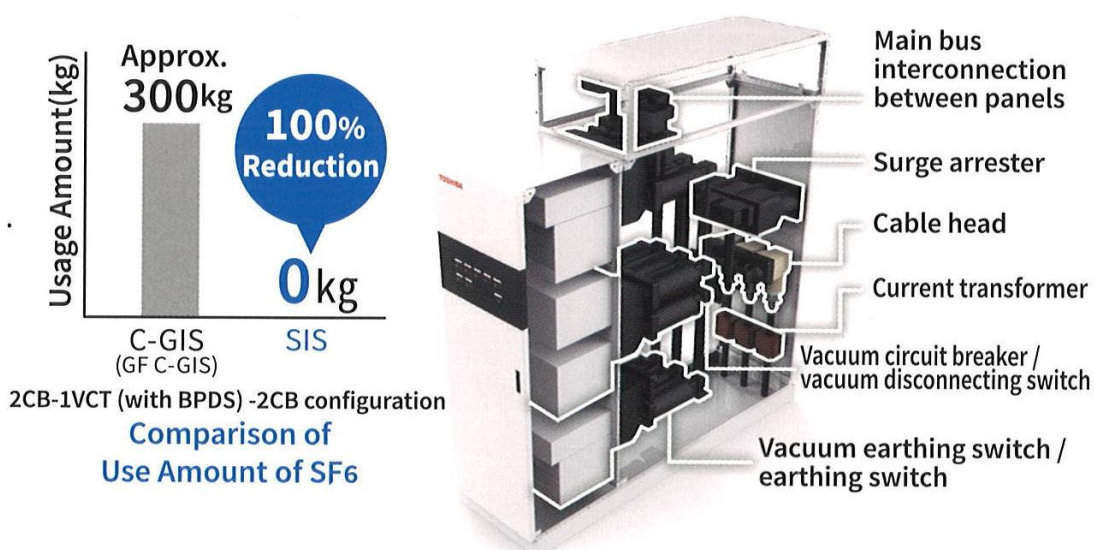


圖 4.1.3-5 SIS 單元模組化

植物油變壓器(vegetable oil transformer)使用經過環保標誌認證的植物油作為絕緣油的變壓器(如圖 4.1.3-6)。透過碳中和設計，有助於減少環境負荷。

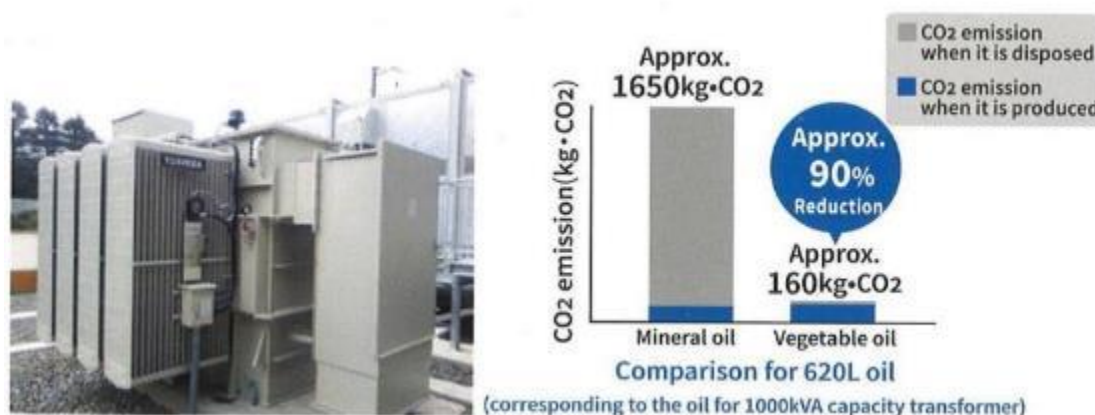


圖 4.1.3-6 植物油變壓器

4.1.4 東芝府中工廠視察

室內會議結束後，前往東芝府中工廠視察，包括製造最後階段之 E504 電力機車，以及集電弓設備、軔機系統、車體、轉向架等等，過程中聽取了相關人員的說明和介紹。

其中，也針對鼓風機相關設備排水改善問題進行討論，東芝人員表示從車頂進氣口至出口路徑短，出口處難免有些水氣，對於設備不會有影響影響，本局機務處處長也表示理解。另一方面，本局電務處處長視察 E500 型的集電弓設備，包括集電弓本體、弓網接觸器、弓網監測器等，並詢問了一些技術細節和維修要點。

(圖 4.1.4-2)

由於參訪當時正好發生 E500 型鬆軔不良問題，特此機務處股長藉此機會詢問了一些性能測試和故障排除的問題，東芝人員也表示會加緊分析原因排除狀況。

(圖 4.1.4-3)



圖 4.1.4-1 左：本局出訪人員與東芝府中工廠 E500 型負責人合影；右：本局電務處處長視察 E500 型電力設備狀況，資料來源:本局同仁拍攝



圖 4.1.4-2 左：本局機務處處長聽取鼓風機相關設備排水改善說明；右：本局電務處處長視察 E500 型集電弓設備狀況，資料來源:本局同仁拍攝



圖 4.1.4-3 本局機務處股長視察韌機系統設備狀況，資料來源:本局同仁拍攝

4.2 11月9日~11月10日 參訪 MTIJ 日本鐵道技術展

4.2.1 MTIJ 日本鐵道技術展簡介



圖 4.2.1-1 MTIJ 日本鐵道技術展，資料來源：<http://mtij.jp/index.html>

1. 展覽簡介

MTIJ 日本鐵道技術展是日本最大規模的鐵道交通及道路運輸綜合展覽會，該展覽會由產經新聞社主辦，自 2010 年起每兩年舉辦一次，展覽內容包括鐵路和交通系統、基礎設施技術、設施、電力、運輸、運行管理、車輛、內裝以及旅客服務等相關領域。「鐵路技術」的範疇涵蓋了許多領域，其產品、技術和服務的提升和效果不僅限於鐵路，最終還將促進地區和城市建設。本次展覽會於 2023 年 11 月 8 日至 10 日在幕張舉行，將展出各個領域的最新技術，達到參展商及參訪者充分資訊交流及互相討論的目標。

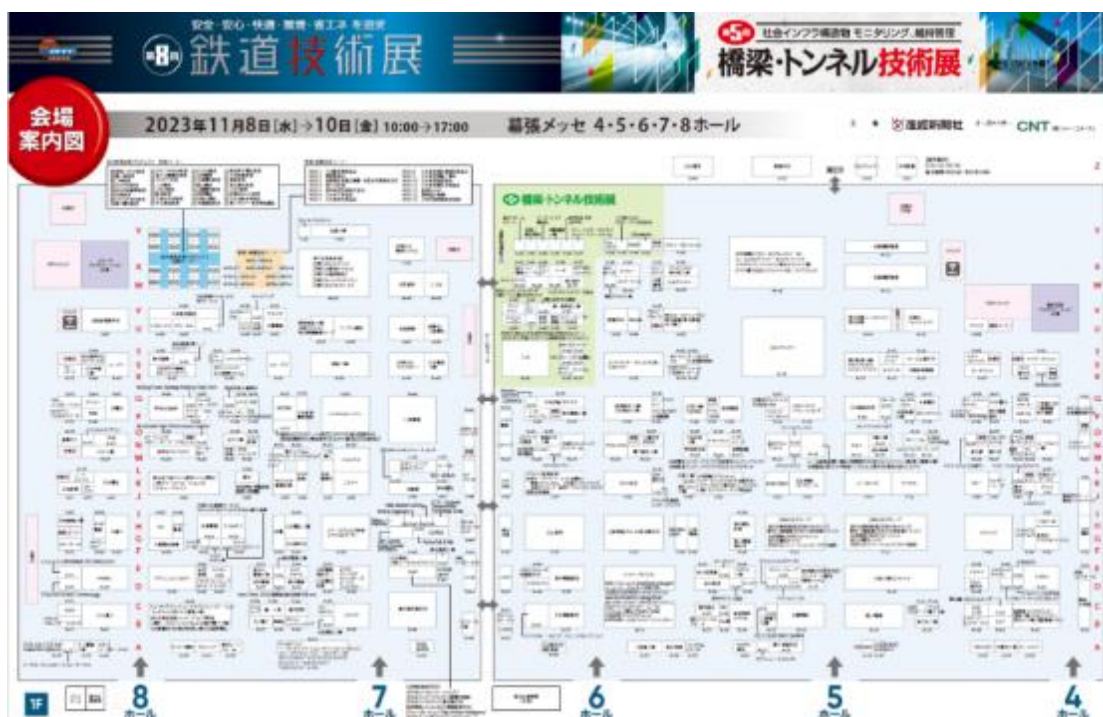


圖 4.2.1-2 MTIJ 日本鐵道技術展會場展位地圖，本次共展出 569 家企業/機構 1,209 個展位，資料來源：http://mtij.jp/pdf/mti2023_floormap_jpn.pdf

2. 參展目的

本局有幸於城際電聯車 600 輛案製程檢測及督導之餘，參訪 MTIJ 日本鐵道技術展，對我們來說是一次寶貴的學習和體驗機會。不僅能與現行本局 EMU3000 型多家子系統供應商會談，交換技術意見，洽談備品事宜。展覽會中能看見車輛各系統之最新技術，將學習的知識及經驗，轉化為智慧，激發本局對於鐵道系統的創新思考。期待透過這次的參展，能夠使本局在公司化後，走向更高效、更安全、同時兼顧國產化的鐵道發展未來。團隊藉由日本鐵道技術展機會，與 EMU3000 型子系統供應商洽談備品事宜，以求維修工作之順遂。

4.2.2 KNORR-BREMSE 展位參觀



圖 4.2.2-1 克諾爾集團商標圖，資料來源：<https://www.knorr-bremse.com/en/>

首先到訪 KNORR-BREMSE 展位，克諾爾集團總部位於慕尼黑，是全球領先的軔機系統製造商，除軔機系統外，還包括智慧入口系統、空調系統、輔助供電系統、控制組件和擋風玻璃雨刷系統、月台屏蔽門、摩擦材料、駕駛輔助系統、電力牽引設備和控制技術等多個功能領域。本局多種車型軔機系統皆使用該公司產品，諸如 EMU500 型、PP 電力機車、EMU900 型及最新的 E500 型電力機車等(如圖 4.2.2-2)。

本次參訪該公司展位兩款新產品：TreadAct Classic 及 AirSupply Smart(iASU)。



圖 4.2.2-2 本局 E500 型電力機車克諾爾韌機系統，資料來源:本局同仁拍攝

1. TreadAct Classic

TreadAct Classic 是一種用於鐵路車輛的空氣式單元韌機，由韌缸、傳動機構和自動間隙調整器組成。它採用了纖巧省空間的設計，特別適合安裝在空間有限的窄軌車輪上。值得注意的是，它還採用了模組化設計，可以適應各種應用、安裝空間和使用環境。這種踏面韌機裝置採用了堅固的設計，以提供最高的耐久性和低生命週期成本。

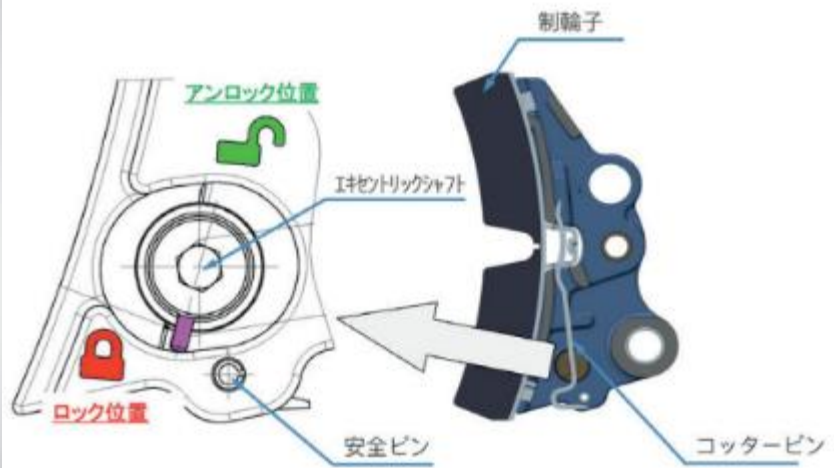


圖 4.2.2-3 TreadAct Classic 軔機系統示意圖，資料來源：

https://rail.knorr-bremse.com/media/lokal_content/japan/pdf_brochures_new/treadact_classic_2021_jap_knorr-bremse-rail.pdf

現場人員也親自示範如何拆裝空氣式單元軔機之閘瓦，靠著模組化設計，輕鬆便完成了拆裝，對比本局傳統的軔機閘瓦塊，更換時常有卡住的問題，效率方面有著不小的差距，值得思考。



圖 4.2.2-4 左：現場人員示範拆裝閘瓦；右：本局人員與展場人員交流討論，資料來源：本局同仁拍攝

2. AirSupply Smart(iASU)

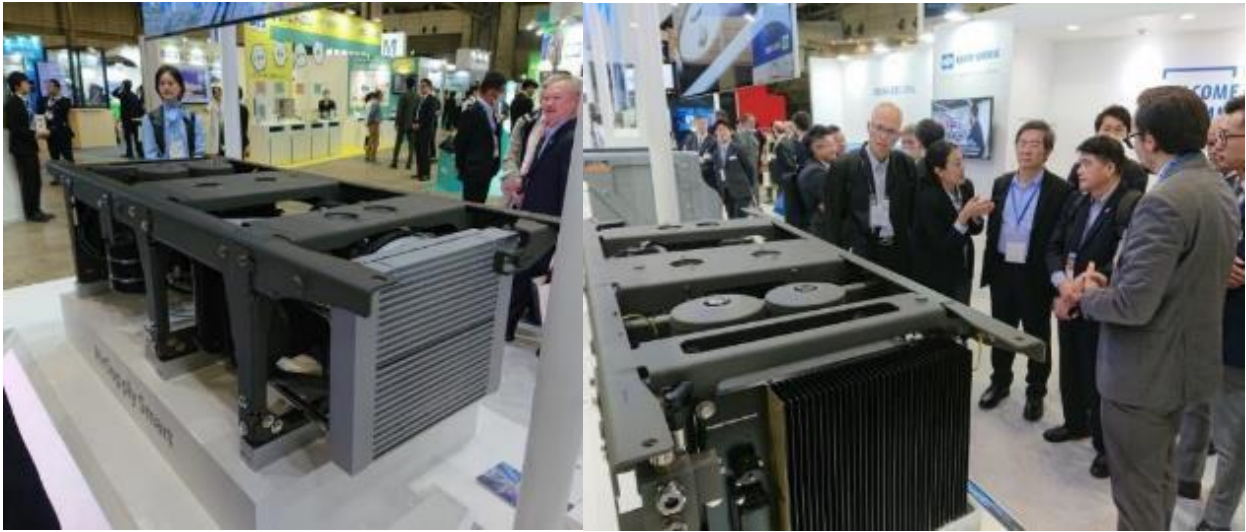


圖 4.2.2-5 左：展場展示之 AirSupply Smart；右：本局人員與展場人員交流討論，資料來源：本局同仁拍攝

AirSupply Smart(iASU)是一種智能空氣壓縮機，能夠根據需要的情況提供按需的壓縮空氣。作為一個完全整合的系統，結合了智慧控制和運行條件的監測。此外，該系統在空間、重量和生命週期成本方面都進行了優化。主要特色為減少噪音排放和能源消耗：

- 車輛初啟動時，可使用電池作為動力，對集電弓系統充氣升弓，無須另外安裝輔助壓縮機。
- 使用體積及重量較輕的壓縮機，已節省車上寶貴空間及控制車重，雖然功率較小，但在車輛初啟動時，可超頻作氣，快速為車輛提供工作壓力。
- 依照實際耗氣量，調整壓縮機轉速，流量足夠時以靜音模式降低壓縮機低轉速以減少噪音排放。
- 系統模組化，快速更換組件，減少維修時間。
- 多種電源選擇，能使用交流電源或直流電源，降低輔助電源裝置負載和重量。

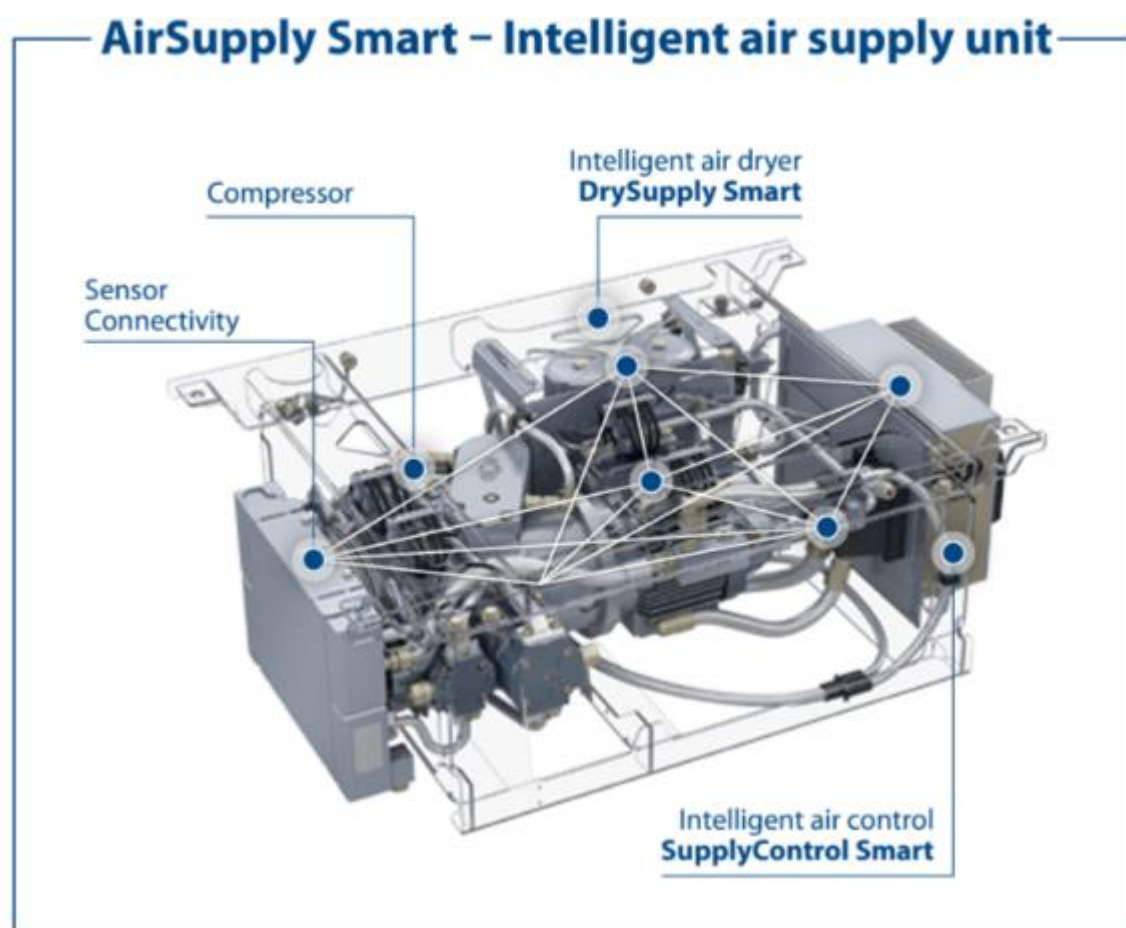


圖 4.2.2-6 智慧空氣供應單元。

4.2.3 Gummi-Metall-Technik GMT 展位參觀



圖 4.2.3-1 Gummi-Metall-Technik 商標圖。資料來源: <https://www.gmt-gmbh.de/>

Gummi-Metall-Technik(以下稱 GMT)是抗振技術領域全球領先的專家。組件和系統致力於製造降低噪音、衝擊和振動。產品範疇包括鐵路、建築機械、海洋、飛機機械工程、驅動工程、可再生能源、防禦技術和商用車輛應用等。

GMT 的鐵路產品主要包括空氣彈簧系統、錐形彈簧、V 形彈簧、襯套、球面軸承等各種防震裝置。而且 GMT 的橡膠混合物完全是自家開發，表示能夠為客戶提供客製化的解決方案。



圖 4.2.3-1 左：本局人員與展場人員交流討論空氣彈簧系統；右：GMT 各種抗振裝置。資料來源：本局同仁拍攝

Steering Rods 是一種連接轉向裝置和車輪的桿件，用於改變車輪的方向。

GMT 公司生產的 Steering Rods 具有高強度、高耐磨、高抗腐蝕和高抗疲勞的特性，能夠適應各種路面和環境條件。搭配該公司特殊類型的液壓軸承 (hydraulisches Achslenkerlager)，在彎道行駛時，讓車輪能夠自動調整角度，減少與軌道的摩擦和磨損。它與傳統的軸承不同的是，它具有頻率相關的剛度，也就是能夠根據車速和路況自動調節。液壓軸承可以將彎道行駛時的低縱向剛度和直線行駛時的高縱向剛度結合在一個部件中。液壓軸承設計成在低頻的振動下，也就是在彎道進出時，透過軸承之液壓裝置提供低剛度，以實現車輪過彎時自動調整角度。

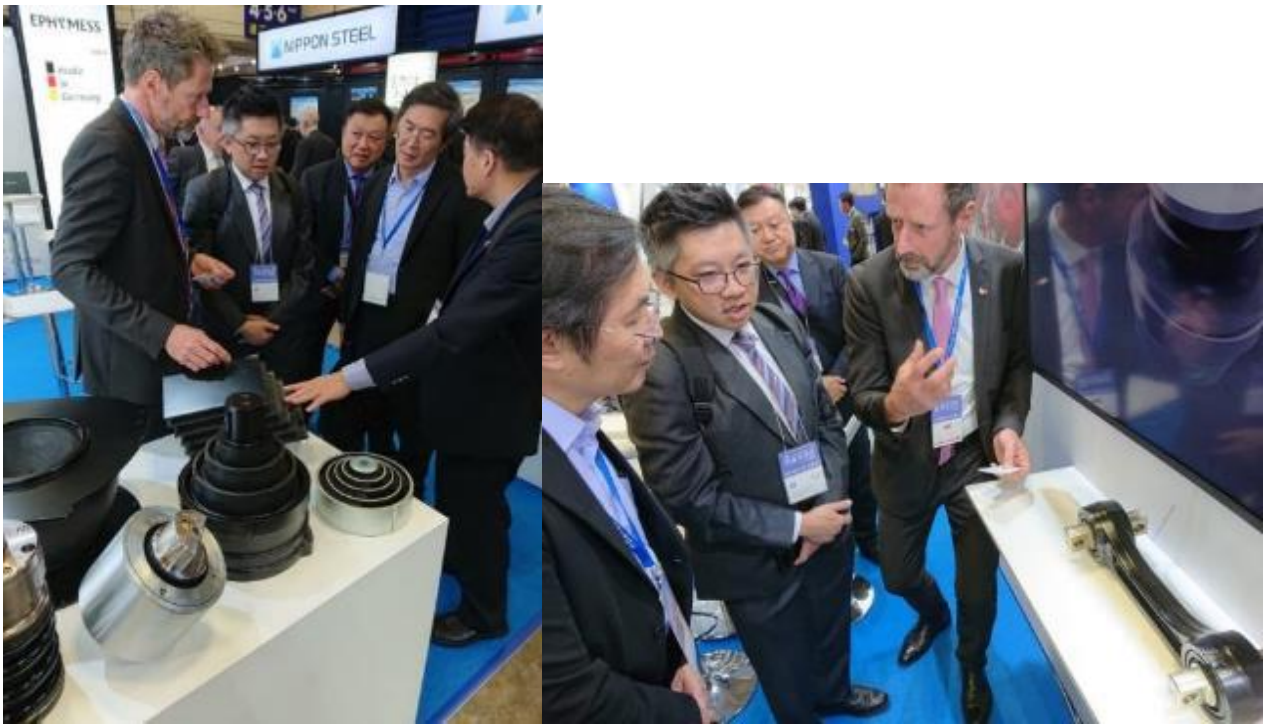


圖 4.2.3-2 左：本局人員與展場人員交流討論；右：本局人員與展場人員針對 Steering Rods 及 hydraulisches Achslenkerlager 軸承交流討論。資料來源：本局同仁拍攝

4.2.4 FRAUSCHER 展位參觀



圖 4.2.4-1 Frauscher 商標圖。資料來源：<https://www.frauscher.com/en>

Frauscher 是一家專門生產和銷售各種類型計軸器之公司，於 1987 年創立。Frauscher 計軸系統由兩個部分組成：在室外設備，軌道上直接裝有高度可靠的車輪感知器。室內設備由創新組件構成以節省空間。透過先進的軟體介面和廣泛應用的硬體接口，可將室內設備快速有效地整合到訊號技術系統中。



圖 4.2.4-2 左：Frauscher 計軸系統室外設備；右：Frauscher 計軸系統室內設備。資料來源：<https://www.frauscher.com/en/solutions/axle-counting>

計軸器主要是感測列車是否通過閉塞區間的設備，因為一個閉塞區間同一時段只會允許一輛列車通行，計軸器安裝在閉塞區間兩端，會透過計算車軸通過數量，判斷列車是否已通過該閉塞區間；當列車進入一處閉塞區間時，第一個計軸器會計算它進入的車軸數量，駛出閉塞區間時，第二個計軸器會計算它離開的車軸數量，數量吻合就會判定此區間已無列車存在，不吻合就會判定仍有列車佔用中。

計軸器主要裝設於軌道上，利用感測技術偵測列車佔用軌道情形，其訊號提供電子連鎖系統查核安全條件，防止人為錯誤操作，控制顯示正確號誌，並供行控中心進行列車調度、監控異常狀況，使駕駛員更精確掌握行車狀況，提升列車運轉效率及安全。

1. 鐵路號誌系統之列車偵測方式

軌道電路與計軸器皆提供故障自趨安全之列車偵測，軌道電路為直接持續地偵測，而計軸器偵測一個閉塞區間之車軸計入與減出(如圖 4.2.4-3)。

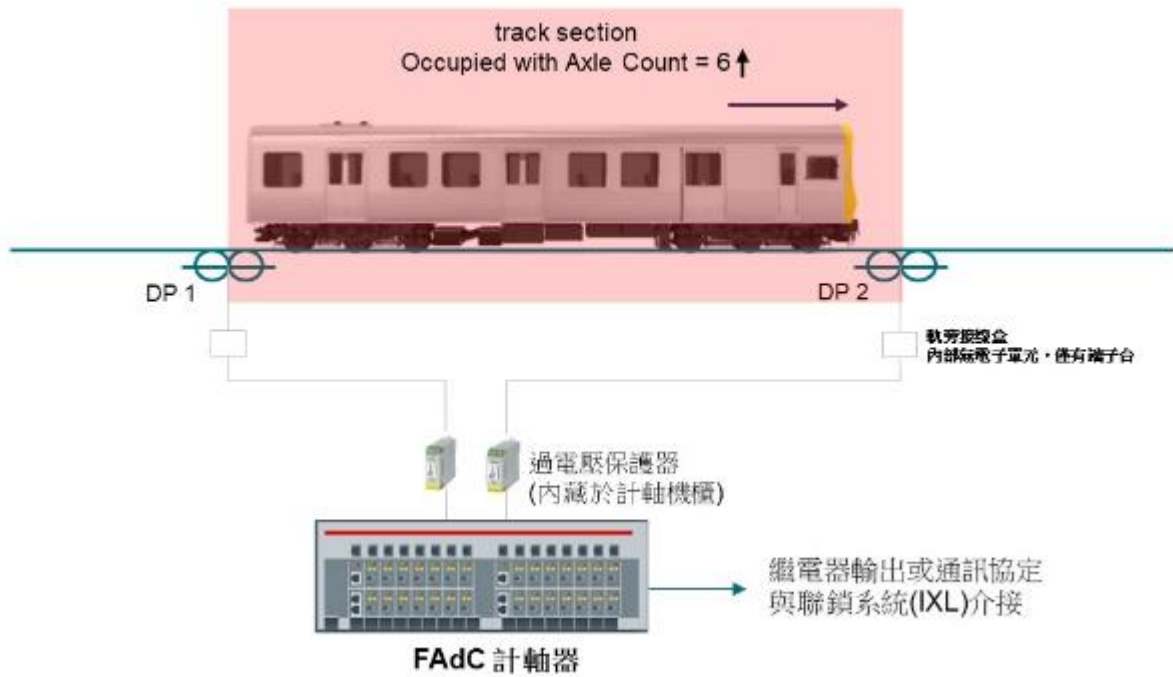


圖 4.2.4-3 計軸器系統之軌道區間偵測型式

- 典型之 FAdC 計軸器系統模型

COM 通訊卡板

AEB Advanced evaluation board 先進式評估板

一張 AEB 板件對應一個路線上的車輪偵測器

DP 車輪偵測器 (Detection Point 偵測點)

tail cable (尾線) 有 5, 10, 25 m 等選項，可依照現場繞線需求裁切

車輪偵測器到室內機房距離依照號誌電纜線徑與 loop resistance

規格，最大可能距離為 10 km

FAdC 計軸器之元件組成與配置應用(如圖 4.2.4-4)

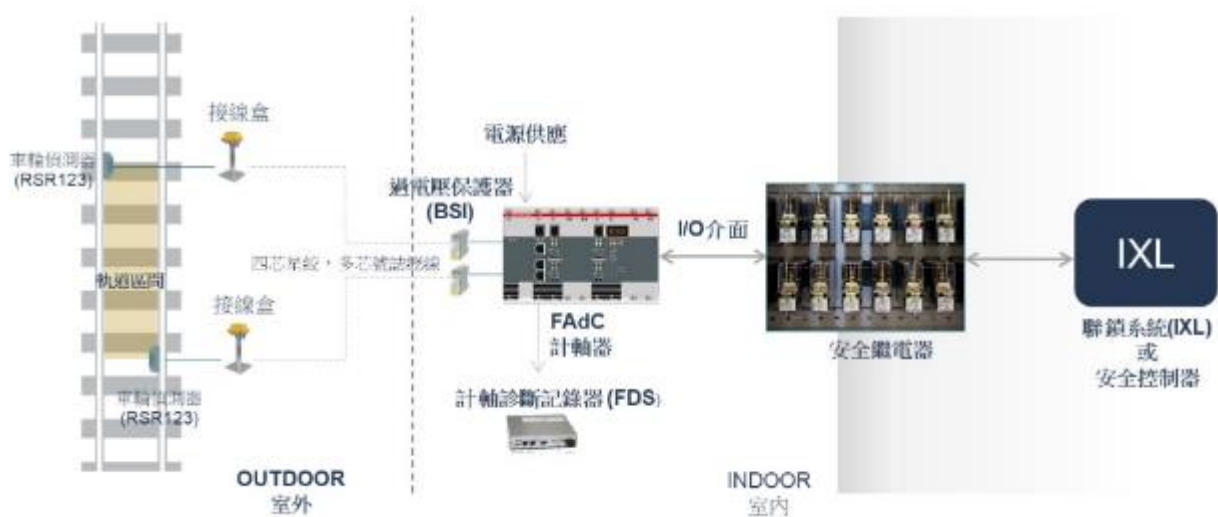


圖 4.2.4-4 FAdC 計軸器之元件組成與配置

2. 計軸器 FRAUSCHER FAdC 特點

- 設備穩定性高，故障率低。
- 訊號集中於繼電器室(RH)，可以遠端重置、校正及模擬測試。
- 現場設備只有接線箱及計軸頭，沒有電子運算或邏輯單元。
- 計軸頭採單邊模組設置，不需使用雙邊模組。
- 號誌介面 IP 化，可顯示設備故障情形及位置。
- 具有設備運轉資訊之儲存及記錄，利於維保查詢及統計分析。

3. FAdC 計軸器可能的配置架構

各台 FAdC 透過網路主幹交互溝通：建構 TS4 交界區間與將站間各區間的淨空佔用訊息傳遞到車站端 FAdC 之 IO 輸出

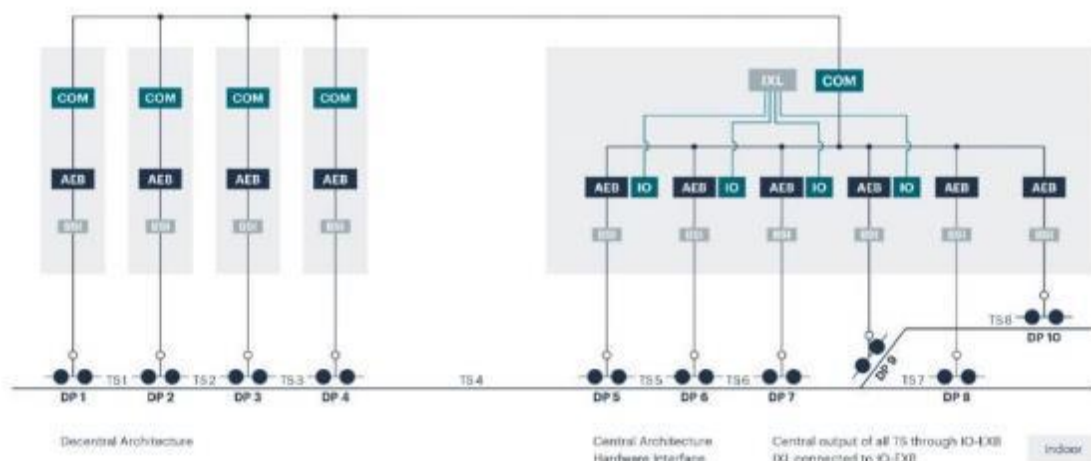


圖 4.2.4-5 左：站間分散多台 FAdC 的架構；右：集中式 FAdC 的架構，利用 IO-EXB 與聯鎖

臺鐵局目前使用 FRAUSCHER FAdC 計軸器的區段有南迴線、成追線、南澳~漢本(含武塔站)、南平~萬榮間等，而沙崙支線使用 FRAUSCHER ACS2000 計軸器，鐵道局施工中之嘉義站鐵路高架化、台南鐵路地下化、桃園鐵路地下化等號誌系統亦將使用 FRAUSCHER FAdC 計軸器。

4.2.5 日本信號 展位參觀



圖 4.2.5-1 日本信號株式會社商標圖。資料來源: <https://zh-cht.signal.co.jp/>

日本信號株式會社，總公司位在東京都千代田區丸之內，是一家主要從事製造交通號誌和自動驗票機等產品的公司被認為是日本國內號誌機廠商的龍頭。

本次參觀了非常多日本信號開發中之新產品像是車軸檢知式閉塞システム、小型 CBTC 無線機、Traio、レール破断検知システム及 FS-PLC 等。

像是計軸器，改良傳統系統，通過網絡的序列化等方式，將列車檢測改為車軸式，實現了閉塞邏輯的集中化、設備的簡化。CBTC 無線機是一種用於通訊式列車控制系統的無線通信設備。功能為列車和控制中心之間的雙向數據傳輸，以及列車和道旁設備之間的訊息交換。日本信號開發之小型 CBTC 無線機，其核心部分，像濾波器、調變和解調是用軟體來取代傳統硬體，達成小型化和省電等優點。



圖 4.2.5-2 左：計軸器；右：小型 CBTC 無線機。資料來源：日本信號展場提供資料

集約連動系統「NS-Rincss」是一種用於鐵路信號系統的連動裝置，它可以根據列車的位置和速度，透過 FS-PLC 控制信號燈和道岔的切換，以確保列車的安全運行。FS-PLC 是一種具有「失敗安全」功能的可編程邏輯控制器，它可以用軟體來設計和修改連動邏輯，而不需要用傳統的線路和繼電器來實現。以達到減少設備的數量和體積，降低系統的成本和故障率。

鋼軌破損檢測系統實現了一種低成本的鐵路斷裂檢測，取代了傳統的軌道電路檢測。左右軌道的電流為平衡狀態，透過監測變電站返回的左右軌道之迴路電流差，若有不同，則可發現鐵路斷裂。



圖 4.2.5-6 鋼軌破損檢測系統。資料來源：日本信號展場提供資料

4.2.6 STADLER 展位參觀



圖 4.2.6-1 施泰德鐵路公司商標圖。資料來源：<https://www.stadlerrail.com/en/>

Stadler Rail AG(施泰德鐵路公司)為鐵道機車車輛製造商，母公司位在瑞士布斯南，該公司的產品包括動力分散式列車、路面電車、鐵路機車等鐵路動力車輛。



圖 4.2.6-2 施泰德展位展出本局 R200 型柴電機車。資料來源:本局同仁拍攝

本局目前最新之柴電機車 R200 型即是由施泰德鐵路承造，也是首次贏得之訂單。本次在鐵道技術展拜訪該公司展位，負責人熱情的與本局人員們互相交流。



圖 4.2.6-3 施泰德負責人熱情的與本局人員們互相交流。資料來源:本局同仁拍攝

4.2.7 RiCHARD 展位參觀



圖 4.2.7-1 Richard AG Murgenthal 商標圖。資料來源: <https://www.richardag.ch/en/>

Richard AG Murgenthal 是一家專業的鐵路組件製造商，其產品從瑞士運送到全世界。該公司在超過 115 年的歷史中，不斷擴展在開發客戶特定解決方案方面的專業知識。

本次參訪該公司介紹真空主開關，主開關的功能是斷開電車線和機車電氣設備之間的電流。可以在有負載的情況下切換，能夠承受大電流和高電壓，可以在相位控制模式下切換，以減少火花和電弧的產生，同時不需要氣動管路。

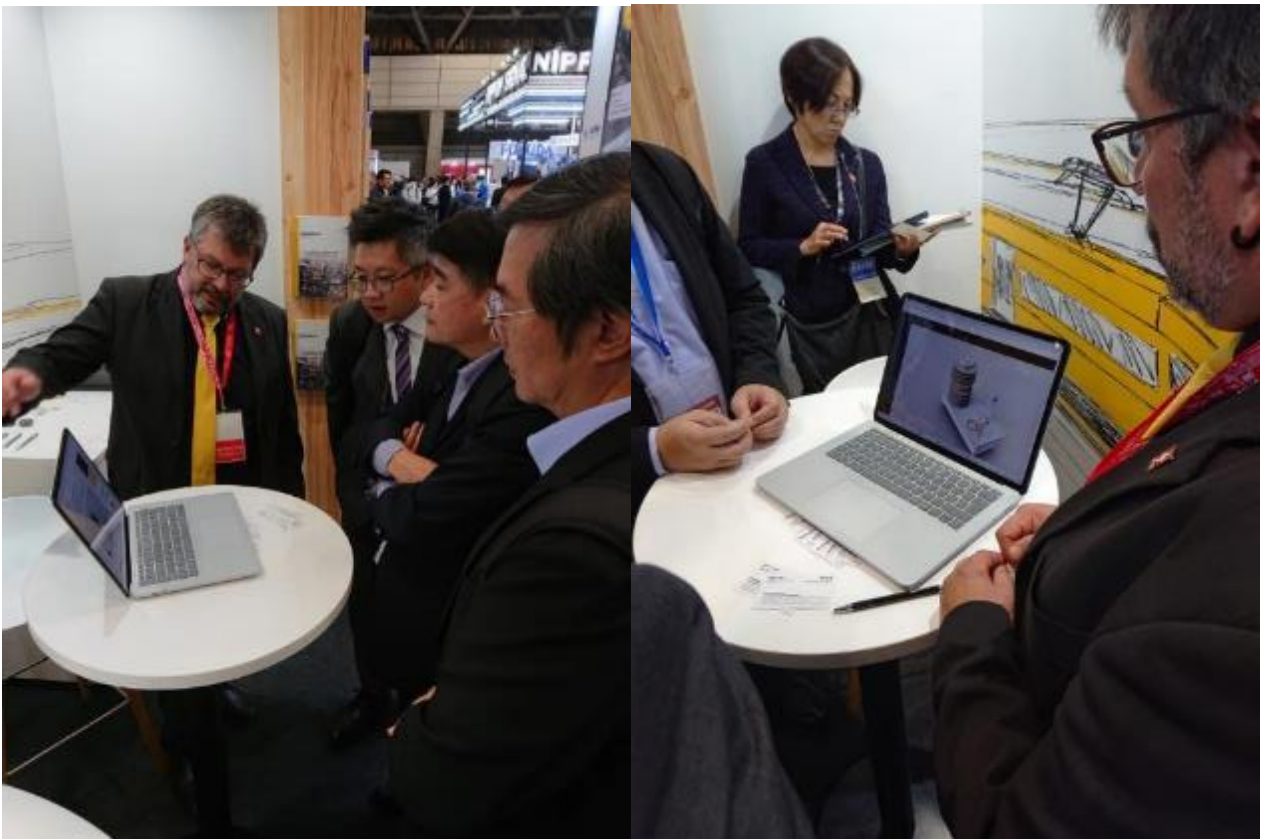


圖 4.2.7-1 左：本局人員針對真空主開關進行交流；右：Richard 負責人介紹真空主開關。

資料來源：本局同仁拍攝

經詢問似乎無法針對礙子的部分單獨客製化，未來其他方面有需要亦有合作機會。

4.2.8 HEGENSCHIEDT-MFD 展位參觀



圖 4.2.6-1 HEGENSCHIEDT-MFD 商標圖。資料來源: <https://www.hegenscheidt-mfd.com/en/>

HEGENSCHEIDT-MFD 是一家國際化的中型專業機床製造商，總部位於德國，並且是 NILES-SIMMONS-HEGENSCHEIDT 集團（NSH）的一部分。該集團結合了德國和美國機床建設方面超過 175 年的經驗。

本次參訪該公司駝運車及復軌設備：

1. 駝運車

HEGENSCHEIDT-MFD 公司於會場展出快速組裝之駝運車，採用四件式設計，組裝簡單，雖然無法裝載不同輪徑之車輪，不過該公司表示可客製化設計駝運車。展場人員也當場組裝示範，可發現拆解後的駝運車零件簡單，易於學習(圖 4.2.6-3)。



圖 4.2.6-2 HEGENSCHIEDT-MFD 展場駝運車四件式設計，可承受 160KN。資料來源：本局同仁拍攝



圖 4.2.6-3 HEGENSCHIEDT-MFD 展場人員演示組裝駝運車。資料來源：本局同仁拍攝

本次另一展位淺山株式會社亦於會場提供一款駝運設備，其特色為藉由油壓機構調整支撐點寬度，即可裝載不同輪徑之車輪，比起 HEGENSCHIEDT-MFD 公司之駝運車，使用上更具彈性。

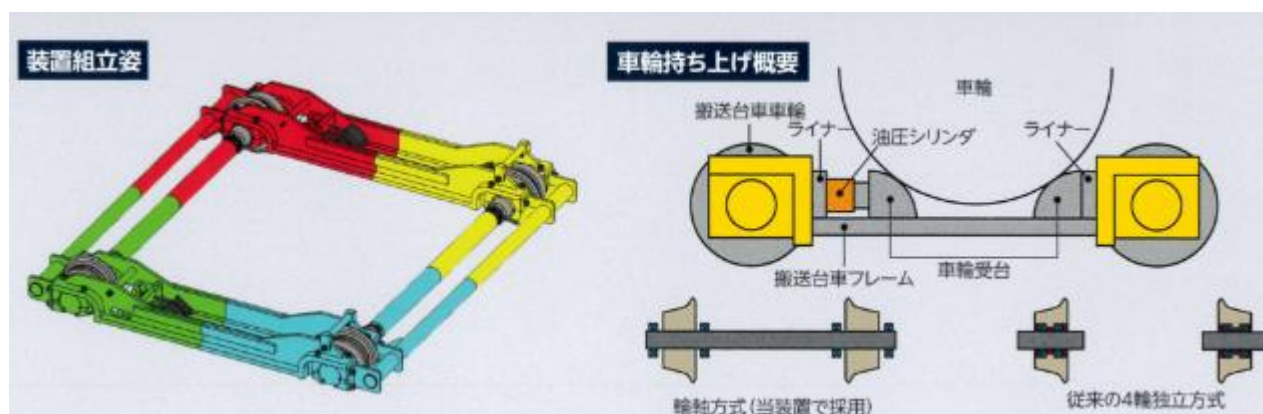


圖 4.2.6-4 淺山株式會社所展，具有油壓結構調整支撐點距離，以符合各種不同輪徑。

2. 復軌設備

復軌設備包含油壓機、操作台、千斤頂、支撐座桿及橫移機構。

由於軌道車輛發生脫軌情況眾多，復軌時路基硬度、橫移距離、頂升空間、周遭障礙物及油壓機動力選擇等，均須依現場情況選用合適設備，HEGENSCHEIDT-MFD 公司產品，可適用多種現場條件：



附輪電動馬達油壓機



附輪汽油引擎油壓機



大型汽油引擎油壓機

圖 4.2.6-5 電動馬達油壓機及汽油引擎油壓機。



02-2120



02-1220

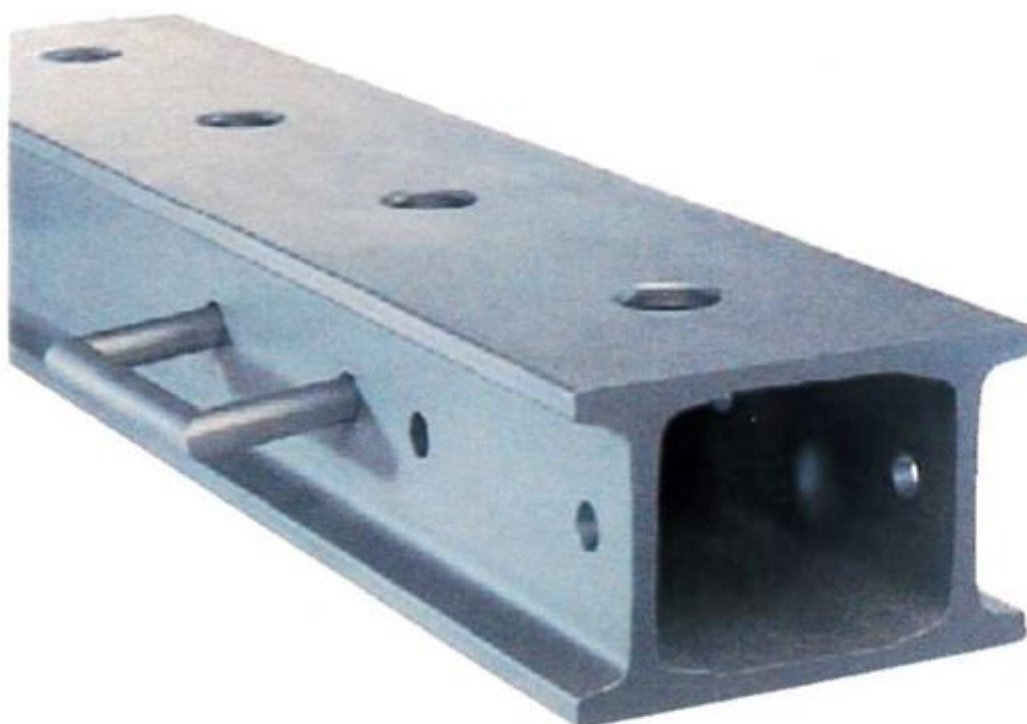


02-1320

圖 4.2.6-6 手動油壓機。



圖 4.2.6-7 千斤頂依行程長度分為低床型、標準型及加長型。



05-2450



05-1450

圖 4.2.6-8 支撐座桿分薄型及厚型。

4.2.9 MERMEC 展位參觀



圖 4.2.9-1 MERMEC 商標圖。資料來源: <https://www.mermecgroup.com/>

MERMEC 是一家義大利跨國公司，成立於 1970 年，是 ANGEL 的成員公司，ANGEL 是義大利較大的私人高科技控股公司，旗下擁有交通、航空航太和數位機電一體化領域的一些最具創新性的公司。MERMEC 活躍於鐵路運輸先進技術（信號、測量列車和系統、電力牽引、電信）和工業應用領域。同時擁有最大的鐵路基礎設施測量和檢查的自動光電系統產品組合，這些系統完全由「內部」設計和生產，包括軟體和機器學習演算法。



圖 4.2.9-2 MERMEC 展位會議室介紹 TRAIN MONITORING。資料來源:本局同仁拍攝

本次參訪該公司邀請我們至展位會議室，對於 TRAIN MONITORING 產品做了非常詳盡的介紹，MERMEC 的列車監控系統是一種精確的檢查系統，用於及時檢測列車的任何安全問題，主要功能包括：

1. 車輪輪廓和直徑測量：

車輪輪廓直徑測量系統是一種採用高速雷射技術自動掃描車輪對並提取所有關鍵參數的道旁設備。系統效能根據 EN 17025 經過 MerMec 認證，確保了準確性和可靠性。

測量參數包含輪緣高度和寬度、輪緣梯度、輪圈厚度、空心胎面、輪徑與輪徑差、全輪輪廓重建等。



圖 4.2.9-3 MERMEC 車輪輪廓直徑測量系統。資料來源：MERMEC 展位參考資訊

2. 軔機組件測量和檢查：

軔機組件測量系統是一種採用高速雷射和成像技術自動掃描轉向架並評估軔機零件狀況的道旁設備。模組化設計可自由配置，以便檢查任何車型的軔機碟盤或閘瓦。

測量參數包含底盤厚度和不均勻磨損、碟盤缺陷（熱裂痕、空洞）、襯墊厚度和不均勻磨損、閘瓦厚度和不均勻磨損、閘瓦缺陷（缺口和裂痕、閘瓦缺損）等。

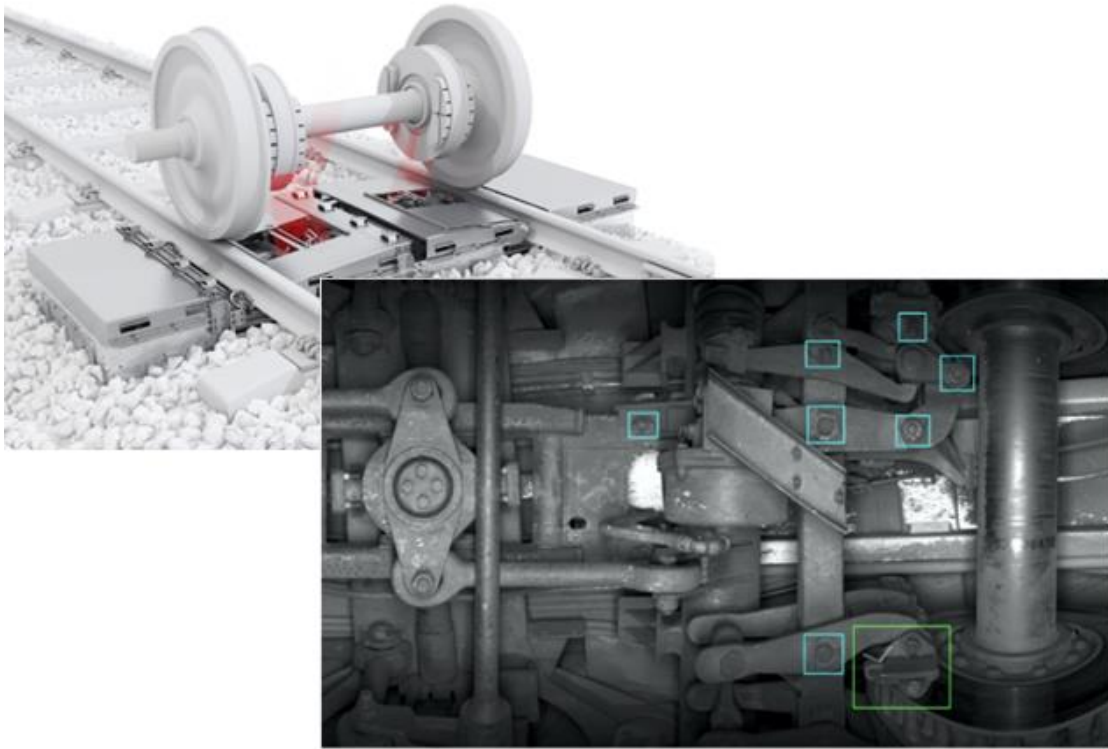


圖 4.2.9-4 MERMEC 軋機組件測量系統，可檢視碟片狀態及車底重要螺栓等。資料來源：

MERMEC 展位參考資訊

3. 集電弓測量與檢測：

集電弓監控系統是一種採用高速雷射和成像技術自動掃描車頂並評估集電弓狀況的設備。該系統可輕鬆安裝在任何現有橋樑、隧道入口或基礎設施上。

測量參數包含集電弓幾何形狀和變形、碳刷磨損情形（殘餘、不均勻磨損）、接觸線隆起等。

4. 踏面缺陷：

車輪表面檢測系統是一種道旁設備，採用高解析度成像技術自動掃描整個車輪踏面並評估其狀況，在缺陷變得對列車運行和維護至關重要之前及早發現缺陷。

測量參數包含車輪滑移（平坦點）、剝落/脫落缺陷、凹洞、熱裂紋和疲勞裂紋等。

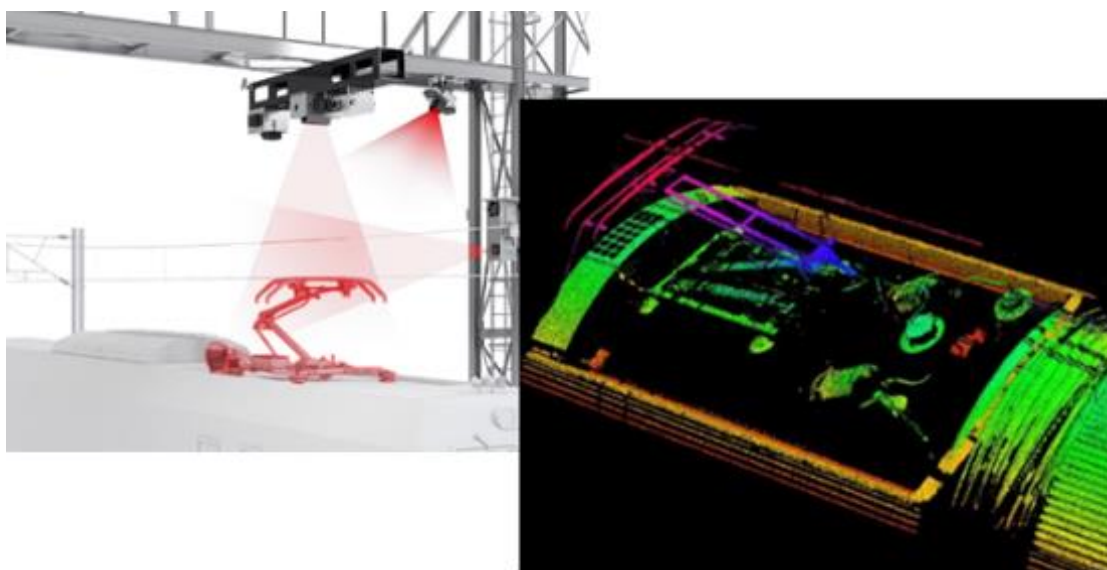


圖 4.2.9-5 MERMEC 集電弓監控系統，可建立 3D 圖像。資料來源：MERMEC 展位參考資訊

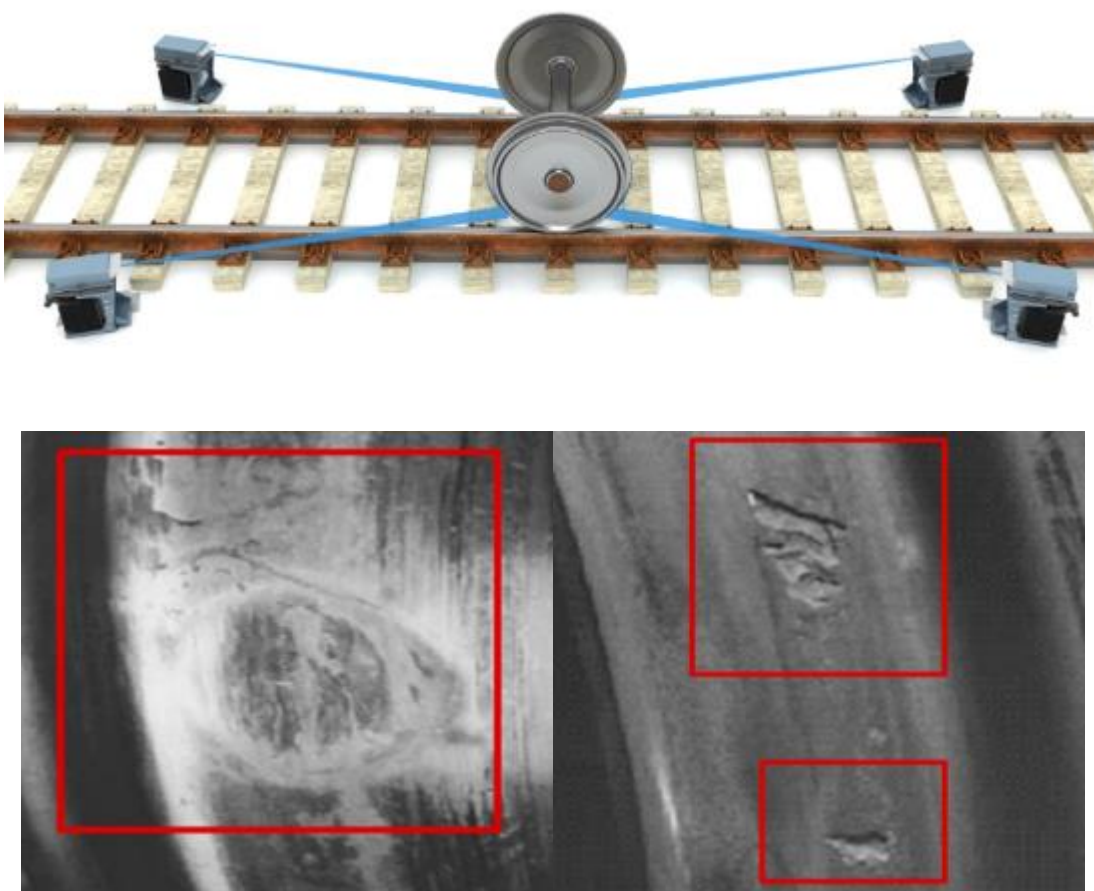


圖 4.2.9-6 MERMEC 車輪表面檢測系統，檢視踏面情況。資料來源：MERMEC 展位參考資訊

此外，這些系統系統可以輕鬆安裝在任何類型的鐵路基礎設施上，無需對現有線路進行修改。堅固的機械設計確保即使在惡劣環境下也能連續運行，延長產品壽命。

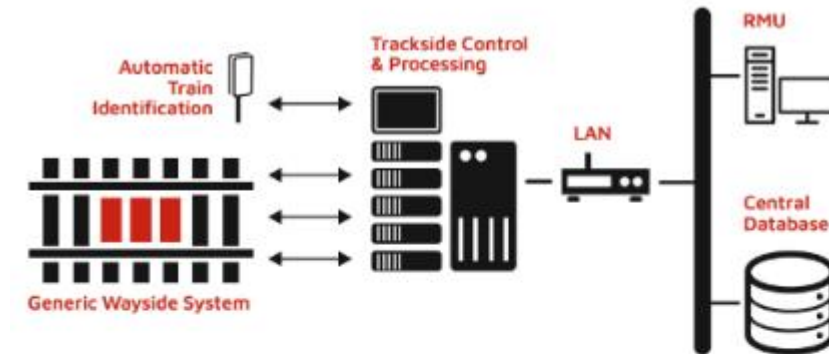


圖 4.2.9-6 MERMEC 遠端監控軟體，由一個可擴展的資料伺服器組成。資料來源：MERMEC 展位參考資訊

5. 軟體：

蒐集的資訊傳至遠端監控單元，它由一個可擴展的資料伺服器組成，該伺服器在資料庫中儲存和管理來自一個到多個自動列車檢查站的所有資料，依照業主需求，可以定義重要參數，行經車輛數值不合格或發現重要組件故障時，可自動發出警報通知。以網路為基礎的使用者介面，允許使用者快速存取車隊狀態，取得特定資訊（輪組、集電弓、轉向架）的詳細 3D 視圖和數據，產生報告，經由大數據分析，可將所蒐集參數，進行趨勢分析，以取得材料真實壽命並取得維護優化的關鍵資訊。

本局未來公司化將面臨人員短缺及技術斷層挑戰，若能引進該系統，能精簡檢查員及保養維修人力，同時能提升維修及列車安全品質，該公司也提供技術服務，可以確保後續列車監控系統之維護保養能維持一致的品質，面對本局公司化的轉型，祈許鐵路之維修保養能朝向現代化智能發展趨勢的腳步。

4.2.10 日本車輛展位參觀



圖 4.2.10-1 日本車輛製造株式會社商標圖。資料來源：<https://www.n-sharyo.co.jp/>

日本車輛製造株式會社，簡稱日本車輛，該公司於 1896 年創立，產品包括鐵路車輛、工程車輛、橋梁建造等。本局多種車型皆為該公司所承造，如 DR1000 型柴油客車、DR3100 型柴聯車、TEMU2000 型電聯車等，也有與台灣車輛共同承造之 EMU700 型電聯車、EMU800 型電聯車等，可說是跟本局鐵路車輛有很密切之關係。

本次參訪該公司之 NS 台車，其中 NS 為日本車輛(Nippon Sharyo)的縮寫，是日本車輛於 2021 年開始製造之新型轉向架。這種台車的特點在於其一體式壓鑄結構，這種結構通過最佳化形狀並減少焊接位置，使得重要的焊接線長相比傳統技術減少了約 60%。此外，該車架使用專用橡膠，實現了高操舵性能，能夠根據曲線的半徑自動調整輪軸角度，可以減少車輪和軌道之間的摩擦和磨損，提高彎道通過性能和乘坐舒適性。



圖 4.2.10-2 左：日本車輛 NS 轉向架；右：本局人員針對 NS 轉向架交流討論。資料來源：本局同仁拍攝

1. NS 轉向架的主要結構與部件：

- 一體式壓鑄結構：轉向架結構是將側梁和橫梁各自一體化壓鑄，通過減少焊接珠長度和最佳化焊接部結構以降低應力，這種設計不僅提高了轉向架的可靠性，還通過縮短探傷時間實現了維護的簡化。
- 車輪與車軸：一個車軸固定裝有一對車輪，並透過軸箱、懸吊系統等結構與車廂連接。
- 3 方向獨立懸吊系統：懸吊系統是連接車輛車體與轉向架的重要結構，透過上下、左右、前後三個方向的彈簧獨立，實現了在過彎時，穩定的乘坐舒適性及高安全性。
- 軸箱支撐裝置：採用了特許的一體式壓鑄轉向架和軸箱支撐裝置，這種設計提高了轉向架的安全性。



圖 4.2.10-3 左：NS 轉向架一體式壓鑄結構；右：NS 轉向架 3 方向獨立懸吊系統。資料來源：
https://www.n-sharyo.co.jp/business/tetsudo/n_qualis/ns-bog_catlog.pdf

本局的車輛皆未採用其新式轉向架，也許在未來新車採購時，能採用此轉向架以提升彎道通過性能和乘坐舒適性，以及減少保養成本。轉向架是走行安全非常重要的結構，國產化之技術要求很高，不過在懸吊系統之避震彈簧方面，目前本局也有跟中研院合作研發圓筒積層橡膠，空氣彈簧部分國內廠商亦有能力製作，若成功國產化，未來此新式轉向架之避震彈簧國產化，相信可行性也很高。

4.2.11 富士電機展位參觀



圖 4.2.11-1 富士電機公司商標圖。資料來源：<https://www.fujielectric.co.jp/>

富士電機公司是一家於 1923 年 8 月 29 日成立的日本局，距今已超過 100 年，名稱的由來是母公司古河電氣工業的日文字[ふ]和有技術合作關係的德國西門子公司的日文字[じ]合併而成，該公司的主要產業包括能源、工業、半導體及食品流通等。

在本次參訪富士電機公司的補助電源裝置(靜式變流器 SIV)。

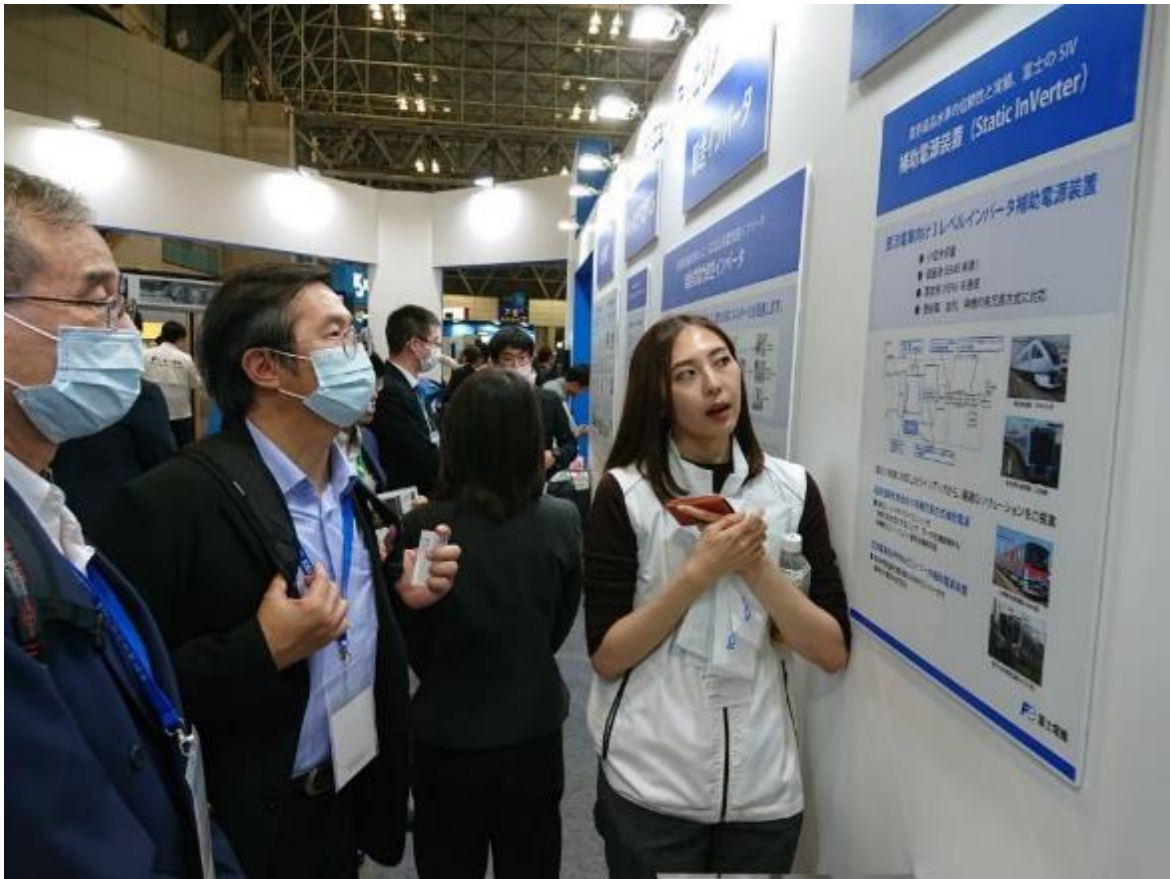


圖 4.2.11-2 本局人員針對靜式變流器交流討論。資料來源:本局同仁拍攝

1. 直流電車向け大容量 3 レベルインバータ補助電源装置：

這種裝置具有高效率（95%），並且體積小，容量大。其輸入電壓為 DC1500V，輸出電壓為 AC440V 3 ϕ 50/60Hz，輸出容量有 120kVA、180kVA、210kVA 和 260kVA 等不同選擇。富士電機公司的 SIV 在世界各地的各種環境中都有應用，例如新加坡地鐵、烏克蘭基輔市地鐵、北海道旅客鐵道、美國華盛頓市地鐵等。



圖 4.2.11-3 直流電車向け大容量 3 レベルインバータ靜式變流器。資料來源:https://www.fujielectric.co.jp/products/electric_railways/aps_01.html

靜式變流器 SIV 主要的功能是將主變壓器轉換的高壓直流電轉換成 440V 交流電，供車廂的空調設備和照明設備以及空氣壓縮機等使用，其實像是電機類的產品以國內廠商的能量來說是很大的，靜式變流器 SIV 在國外有在製造的廠商也不少，雖說故障會影響車輛運行，但不至於影響行車安全，或許可將其納入國產化品項之一，也可採取與國外廠商技術合作的方式，後續的保養由國內生產而技術採用原廠之合作方式，達到品質與降低成本及交貨期之國產化方式。

4.2.12 工進精工所展位參觀



圖 4.2.12-1 工進精工所商標及產品，資料來源:<http://www.koshin-s.co.jp/>

工進精工所的主要產品包括鐵路車輛設備，液壓設備，農業機械等，其中最為人所知的是其鐵路車輛的集電裝置。本局 E500 型所使用的集電弓亦為該公司產品。



圖 4.2.12-2 東芝府中工廠，工進精工所集電弓(碳刷材質為碳)，資料來源:本局同仁拍攝

本次參訪發現他們展出的集電弓有兩種，採用氣囊升降和自重下降系統的電車集電弓(區間車用，如圖)以及為外國鐵路而設計的集電弓(因無法拍照無圖)。本局同仁發現到他們區間車使用之電車集電弓碳刷材質為銅，與本局車輛所使用的碳材質有很大的不同，因為銅比起碳質地來的更硬，這表示對電車線的損耗會更大。



圖 4.2.12-3 工進精工所區間車用集電弓(碳刷材質為銅)。資料來源：

<http://www.koshin-s.co.jp/railroad.html>

進行維修保養時，更換電車線的困難度要高出更換碳刷許多，故採用銅當作耗損材質使我們產生了極大的興趣，不過經詢問，展場人員僅表示日本電車集電弓碳刷都是用銅做為材質，只有像是外國鐵路才會使用碳材質。

推測日本集電弓碳刷用銅的原因是因為他們電車線的材質也更加堅韌，下圖為日本鐵路常用之電車線材質，可看出有與鋼材的複合式電車線以及用銅合金的強化電車線。

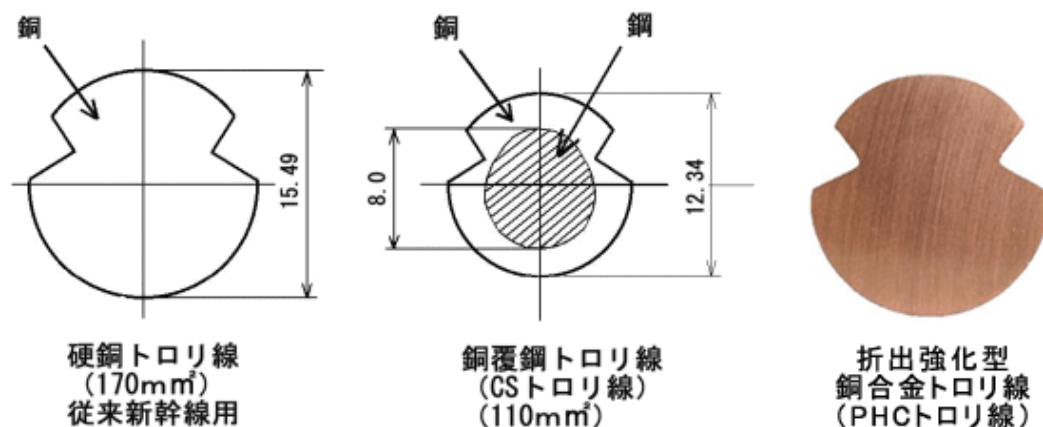


圖 4.2.12-4 日本鐵路常用之電車線材質，資料來

源：<https://www.jrtt.go.jp/construction/technology/catenaries.html>

將碳刷改用銅材質且加強電車線材質以減少材料消耗節省成本，或許可作為本局未來公司化後的一種考量方案之一，目前本局跟中科院合作研發之一片式碳

刷在磨耗測試上遭遇不小阻力，本次參訪工進精工所所得也可當作其改善參考，使本局維修備品國產化品質更加提升。

4.2.13 日立ハイテク展位參觀



圖 4.2.14-1 日立先端科技商標及產品，資料來源：

<https://www.hitachi-hightech.com/jp/ja/>

日立先端科技主要在先進技術領域的全球網絡，提供頂級在線電子設備、科學醫療以及工業 IT 系統，成為世界高科技解決方案公司。

本次參訪日立(HITACHI)電車線架空線路檢測設備，其借助先進的檢測設備及人工智慧(AI)，使維修保養智慧化。

鐵路基礎設施的變化，使電車線系統接觸線出現異常磨損，並可能損壞集電弓，妨礙列車的穩定運行。為保持車輛運行暢通無阻，及早發現電車線設備異常磨損和損壞，需仰賴高精度地電車線檢查系統，使能快速、精確地測量接觸線的磨損、偏位和高度(如圖 4.2.14-2)，並提供檢測結果的即時顯示。此外，並還可以提供多種其他選用功能。

考慮到集電弓的磨損，架空線（接觸線）採用鋸齒形佈置（交錯）安裝，因此必須在大範圍內進行測量。日立的產品可以偵測車輛行駛時的「線徑磨損（剩餘直徑）」和「接觸線位置（偏位和高度）」。其他可用選項包括「集電弓加速度（衝擊）」和「外圍支援設備異常檢測」。

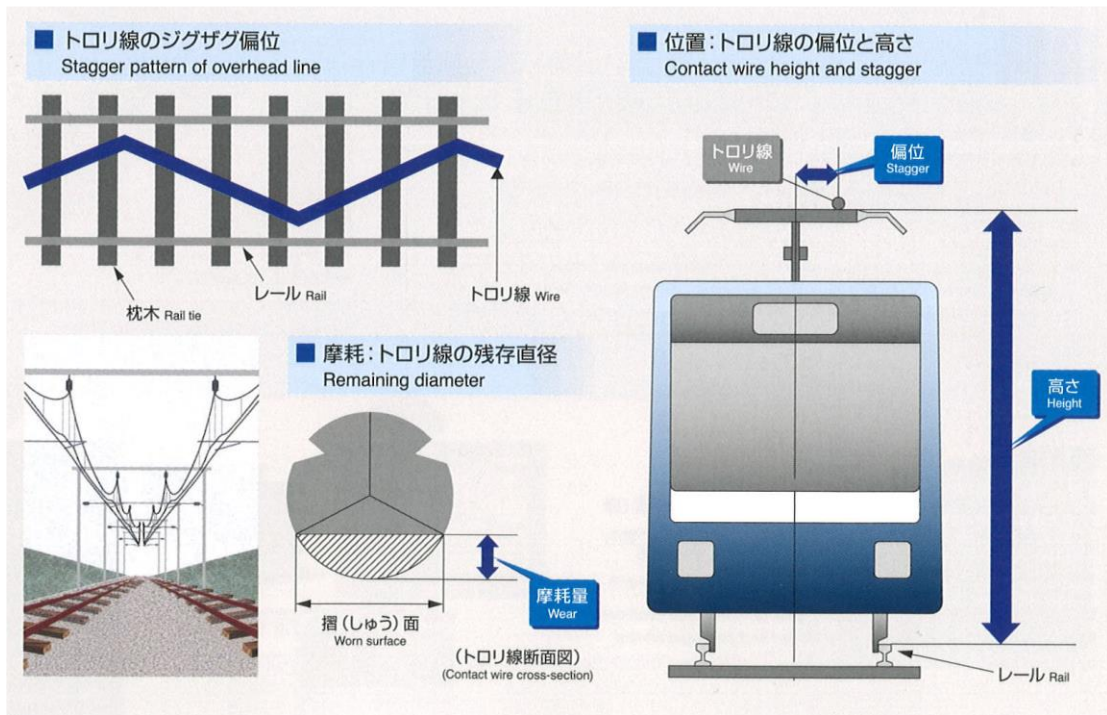


圖 4.2.14-2 架空檢測項目

採用非接觸式的檢測系統可測量電車線磨損、偏位等(如圖 4.2.14-3)。可以在日夜不斷進行，數據是即時處理的，因此可以在檢查運行期間確認測量數據。

其特點：

- 採用非接觸式檢測技術進行高速精密測量。
- 高抗振性和環境耐受性。
- 能即時處理，並在測量過程中觀察檢測數據。
- 也可安裝在客車上。自身光學系統不易受環境影響，性能穩定。

該設備已在日本新幹線高速客車上投入使用。

- 採用紅外線 LED 光源，偵測時儘量減少太陽光所造成的干擾，達到穩定的測量。
- 新建立了接觸線狀態監控系統，配有攝影機和偵測接觸線高度的裝置。可根據接觸線的高度調整相機的焦距，即使在高速運轉時也能進行準確的測量。

從車載軌道幾何形狀和架空線路偵測系統檢索的偵測資料也可以透過地面處理系統（PC）進行離線分析和管理。除了橫斷面分析和其他分析之外，還準備或可以開發各種選項。

利用尖端技術提高檢驗工作效率。透過高解析度成像監控設備狀況。

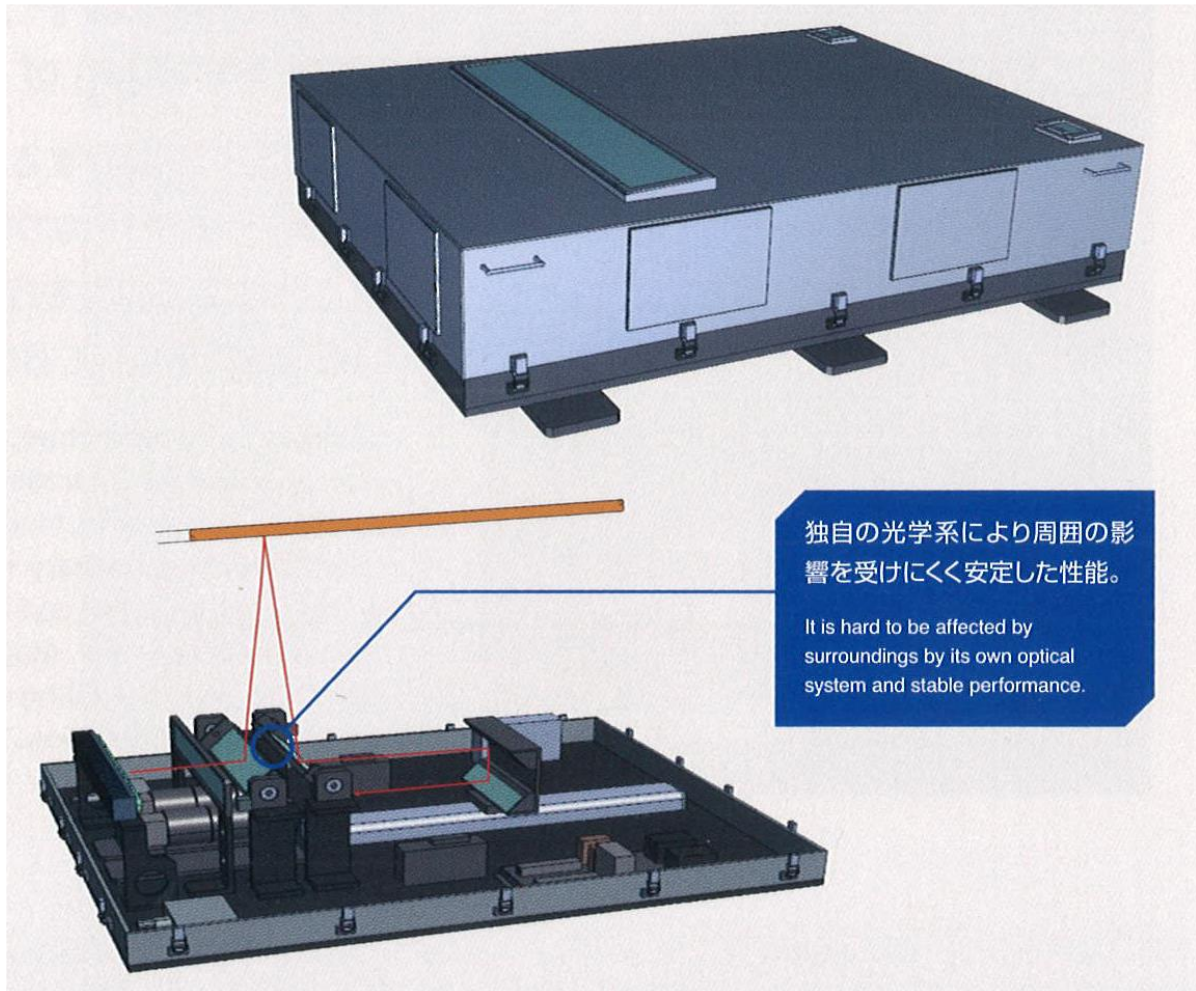


圖 4.2.14-3 非接觸式的檢測系統

接觸線設備檢查需要徒步巡邏或使用專用檢查車進行近距離目視檢查，並有安全性和效率方面的擔憂。日立的路邊設備監控系統使用傳統客運列車車頂安裝的 4K 攝影機拍攝高架設備的影片片段，以便從辦公室桌面進行檢查。

客車車頂安裝的攝影機會根據預先定義的任意設定的記錄時間表記錄影像。使用 4K 攝影機，以高畫質記錄接觸線、吊掛線、連接線、定位桿和張力等裝置的影像。GNSS 資訊與影像可同時獲取，以確定設備的位置。記錄的影像資料在地面系統上透過使用者適時的檢查應用程式進行處理，以實現高效率的檢查工作。

安裝在火車車廂頂部的八個攝影機可在寬廣的視野範圍內獲取影像，以捕獲所有設定設備項目(如圖 4.2.14-4)。

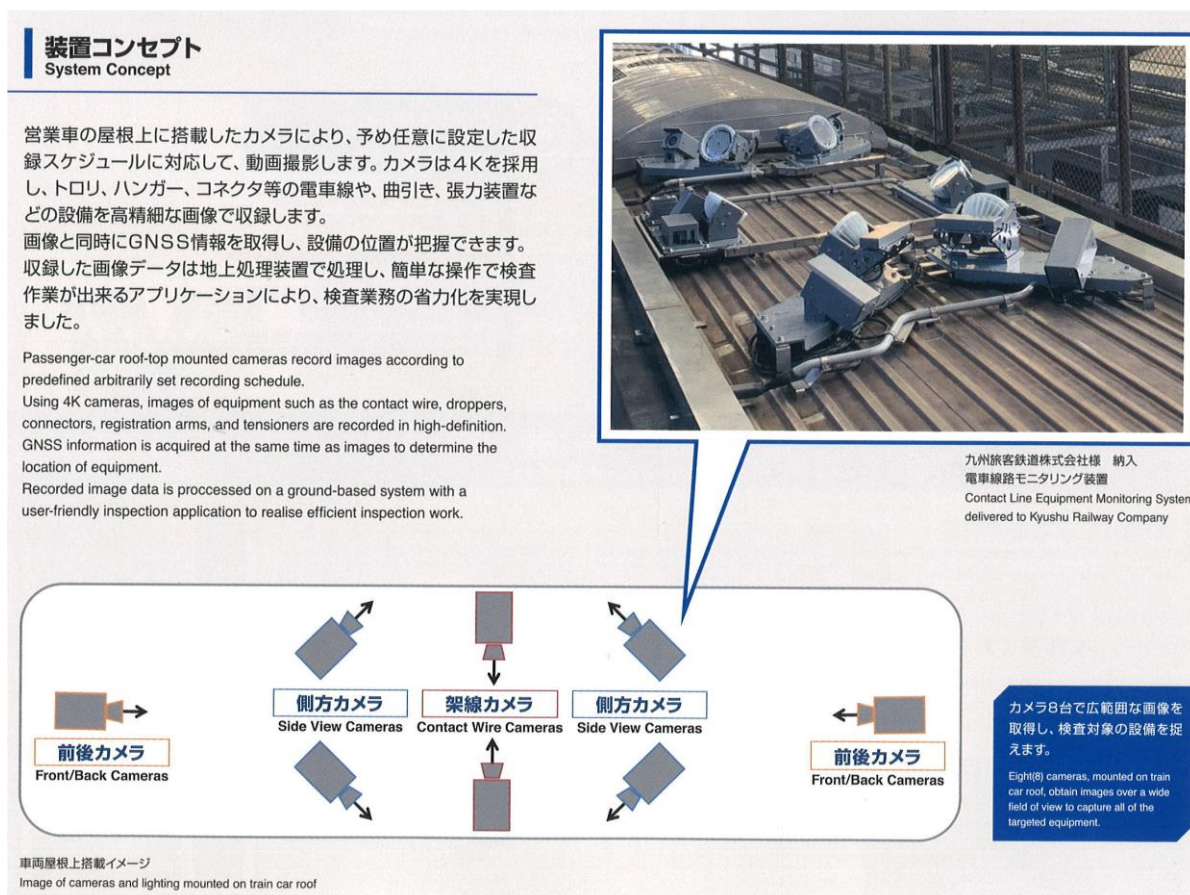


圖 4.2.14-4 交付九州旅客鐵道公司之列車架空線路監控裝置

日立沿線設備監控系統的特性。

查看功能--可進行螢幕顯示切換、播放速度選擇、螢幕分割選擇和影像放大。

遙控操作--無線通訊可實現遠端錄製開始和停止控制，遠端監控系統狀態的處理及記錄。

自動控制--自動控制記錄開始和停止，自我診斷和自動恢復功能。

位置資訊取得--從GNSS位置資訊訊號取得緯度和經度資料，透過偵測位置並同步距離脈衝訊號進行位置校正。

目標裝備提取--自動擷取記錄檢查目標的訊框。

設備按照電桿編號和桿距列出資料--使用人工智慧來確定異常情況。

目前正在開發一種自動確定設備狀況（正常/異常）的獨特學習模型。

臺鐵局向日本日立公司採購 600 輛 EMU3000 型城際列車，每編組 12 輛共計 50 編組，其中第 37、38 編組車頂裝設電車線高速檢測設備(如圖 4.2.14-5)，列車運行中針對架空電車線設備之接觸線接觸力、離線率、動態高度、偏位、磨耗量、電桿位置、GPS 定位等做檢測，所有資料將會儲存在車載硬碟上，待車輛進廠、段後，將抽取式硬碟於車上抽出，可於地上工作站專用電腦將上述各項數據經由專用軟體解讀並與臺鐵局所提供之各項資料參數作比對，以判別檢測區間中所檢測出之異常，將檢測結果輸出。並分別於臺北樹林電力分駐所及高雄九曲堂電力分駐所建置 2 處地上工作站。



圖 4.2.14-5 臺鐵 EMU3000 型車頂電車線檢測設備

4.3 11 月 13 日 日立笠戶工廠廠勘及備料商談

4.3.1 車下氣管進料檢驗/安裝/品管

針對已上線 EMU3000 型發生數起氣管脫落事故，確認肇因為製造過程銅管連結深度不足及緊固螺帽未轉緊。由於事關行車安全，此項缺失之改善及預防為團隊廠勘重要目的。日立公司於施工現場說明事件發生後已改善進料檢查、施工手法、確認方式及品管複檢作為，力求杜絕類似情形再次發生。

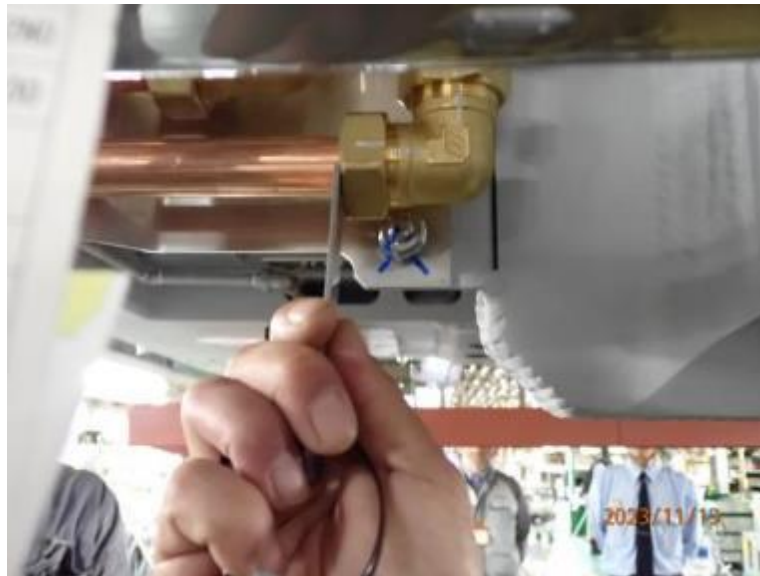


圖 4.3.1-1 安裝時管路以量規對標白色劃記，確認安裝深度



圖 4.3.1-2 施工者以扭力扳手施加固定磅數並劃記



圖 4.3.1-3 品管人員檢查確認後再劃記

4.3.2 保固用料討論

EMU3000 型已交付超過 40 組，目前開始陸續完成檢驗程序並投入營運，本局廠、段並已進行各級檢修。三年定期維修相關耗材、備品應盡早備妥，之前日立公司稱備品不足，無法交貨。經過本次與軔機系統 Knorr 公司及日立公司當面會談後，確認有足夠備品，日立公司同意於 11 月開始交付，至 113 年 3 月前完成所有備品交付。



圖 4.3.2-1 與日立公司會商，要求儘速提供備品

4.3.3 日立 EMU 3000 型城際電聯車 600 輛訪查提問

1. EMU 3000 型集電弓最大升弓高度多少？最大操作高度多少？超過規定高度是否有裝設限高閥而使集電弓自動降弓。

日立回答:最大升弓高度=1920mm ；最大操作高度=1790mm，與太魯閣號相同的控制方式，彈簧升弓，氣壓降弓，故並無設置限高閥及自動降弓功能。

2. 規範規定電軔應使用再生回饋至電車線方式達成，且再生回饋電壓不得高於 28.5 kV，請問實車運轉測試再生回饋電壓最高約多少 kV？在何種軔機情況下產生最高再生回饋電壓？

日立回答:因規範要求車輛試運轉並不包含此測試項目，故並未特別收集相關數據，但依據設計值最高為 28.5kV。有關在何種狀況下會產生最高再生回饋電壓與車輛荷重，及該行走區間是否有其他車輛一併行駛的條件有關，因此該狀況會於車輛荷重最重及該區間沒有其他車輛時發生。

3. 規範規定再生電軔反饋電壓不得高於 28.5kV，貴公司答覆該車輛運轉測試不包含此項目，如何得知再生反饋過程中電壓值均未超過規範值？

日立回答:軔機過程中若再生電軔反饋電壓達 28.5kV，則車輛電軔系統會自動限制輸出，使其不超過該設定電壓值。

4. 目前每一列城際電聯車由 12 輛車組成，其中 6 輛馬達車(6M)+6 輛拖車(6T)，請問總視在功率(S)大約幾 KVA，有效功率(P)大約幾 KW，一列編組之一次側(25KV)最大總電流(含實功電流及虛功電流)約幾安培？

日立回答：總視在功率(S)=2994KVA*3

有效電力(P) =712KW*6

最大總電流=120A*3=360A

5. 電車線高速檢測設備主要功能，包含接觸線接觸力、離線率、動態高度、偏位、磨耗量、電桿位置、GPS 定位等，可否請廠商簡要說明實際運用情況，該等量

測資料是否可以自動轉換為數據，並與建置之資料庫互相比對而偵測異常狀況。

日立回答:在設備啟動前，插入預設檢測區間之硬碟，列車開始行駛後進入該區間及自動開始針對接觸線接觸力、離線率、動態高度、偏位、磨耗量、電桿位置、GPS 定位等開始做檢測，所有資料將會儲存在車載硬碟上，待車輛進段後，將抽取式硬碟於車上抽出，可於地上站專用電腦將上述各項數據經由專用軟體解讀並與 TRA 所提供之各項資料參數作比對，以判別檢測區間中所檢測出之異常。並可將檢測結果輸出。

5 心得及建議

5.1 東芝府中工廠訪問

本次訪問東芝府中工廠，達成 E500 型機車提前交付之共識，113 年交付輛數由原訂 9 輛增加至 21 輛，希望有效降低本局車輛故障率。除此之外，包括雨漏測試、鬆軔不良以及鼓風機水氣問題皆有充分之討論，E500 型機車對本局來說是非常重要的車輛，若目前之問題不解決，或是以治標不治本的方式將問題草草處理，只為了如期交車，這樣當車輛到台灣才發現問題要解決更為困難，能盡早發現盡早在製造工廠解決的問題，就應該完成，讓之後製造的車輛問題更少，不論對於本局或是製造商來說才是雙贏，後續本局也會密切與東芝溝通，使後續製造的車輛都不再有前述問題，以達到行車故障率降低，提升服務品質之目標。

5.2 MTIJ 日本鐵道技術展參訪

5.2.1 駝運車

本局客貨車於路線上發生燒軸或車輪故障後，車輪/車軸無法轉動，為將故障車輛駛離現場，恢復路線通暢，本局使用下圖駝運車，於車輪下方托載，取代車輪功能，再以機車慢速牽引。但此設備只能托載車輪 860mm 輪徑之車輪，使用於車輪直徑較小之太魯閣號時，會因裕度較大，導致車輪裝載位置偏低，如此附近車下設備如軔塊等可能觸及駝運車，可能導致駝運時出軌。



圖 5.2.1-1 本局駝運設備組裝圖。資料來源:本局同仁拍攝



圖 5.2.1-2 駝運設備使用圖。資料來源：本局同仁拍攝

HEGENSCHEIDT-MFD 公司於會場展出快速組裝之駝運車，四件式設計，組裝簡單直覺，該公司表示可客製化設計駝運車。本局 EMU3000 型及 EMU900 型購案均要求廠商提供駝運設備，且尚未交貨，團隊將轉交廠商資訊供日立公司及樂鐵公司參考。

5.2.2 自動化檢測

本局即將於 113 年公司化，首波衝擊即為部份同仁離退後帶來的人力短缺，欲緩解此一問題，導入自動化科技也許為有效解方。本次參加日本鐵道技術展，自動化/智慧化/機器化進一步在鐵道科技生根，如例行性目視檢查及尺寸量測，在導入道旁自動化量測/掃描設備後，即可快速、正確的蒐集資料。如果路線上儀器裝設數量增加，則量測週期更可進一步縮短，提高車況掌握能力。數據蒐集後通過大數據即時比對，在極短時間內即可完成分析，得知車輛狀態及磨耗趨勢，並在異常時自動發出警報。相較傳統進段檢修後以人力量測，誤差更小，效率更高，實可作為本局未來公司化後節省人力參考。

5.2.3 電車線架空線路檢測設備

日本是一個軌道工業非常發達的先進國家，其普遍應用高速檢測設備及電腦軟體管理設備維護工作，並追蹤維護保養記錄，利用有限的人力資源，落實設備之定期檢查工作，提高維護保養效能及降低人為疏失的影響，值得我們學習。

近年隨著科技進步迅速、人工智慧(AI)應用、攝影機規格及電腦之效能提升，先進國家鐵路設施已廣泛使用電車線高速檢查設備。

臺鐵局目前進行電務智慧化計畫，其中車軸軸溫及集電弓自動檢測裝置、電車線高速檢測設備、變電站及電車線維修智能平台等，均可降低設備的潛在風險，提高行車安全。

臺鐵局電車線維修系統正朝向自動化、智慧化目標邁進，規畫先達到電車線設備維修數據化，進而在大數據資料蒐集應用下使維修智慧化。

臺鐵電務智慧化提升計畫項下向韓商 2iSYS 公司採購「電車線高速檢查車 2 輛」案已於 112 年 7 月 19 日交車，目前正辦理車輛動態檢驗，不久將可投入檢測行列；另向日本日立公司採購 EMU3000 型城際列車，於第 37、38 編組車頂裝設電車線高速檢測設備，並在台北樹林電力分駐所及高雄九曲堂電力分駐所建置工作站，車輛已投入營運且設備可啟用，將陸續辦理實測及相關教育訓練。

因臺鐵局電車線路線複雜(含正線、副線、側線及調車場線等)、系統又包含分相、分群、導電軌等特殊設備，在資料庫建立前期需花費相當之人力時間判斷及矯正，並分階段將電桿號碼等現場資料設備之數據建置妥善，由行車密度較高且速度較快之站間、站場正線、及對軌道條件要求較嚴謹之隧道導電軌等關鍵區域儘速建立數據俾利檢測校正，後續再推展到站內副線及側線區域，以發揮檢測設備之最大效益。

5.2.4 國產化心得

本局長久以來面臨維修備品價格昂貴及交貨期過長甚或停止生產等課題，為有效改善料源問題，國產化一直是重點工作項目。

本次參訪日本鐵道技術展各展位，針對國產化做了一些討論，像中國鐵路幾乎 100%為國產化，採用的方式是向日本直接買技術，進行技術轉移，惟此方式需要量能夠大的市場以及高昂之花費，對於本局來說並不是實際的作法。後續經查資料發現，國產化通常有三種方式：

1. 買專利進行技術轉移：

與中國相同，直接買斷技術，成本高昂。

2. 自行研發：

國內有能力之廠商自行研發，目前本局皆採取此種方式，雖然量產後能解決交貨期問題，價格也能比原廠低，但這種方式前期研發成本太高，品質也不穩定，且認證驗證標準也難有依循，往往研發項目數年都不一定有好成果。

3. 透過代理商與原製造廠合作進行國內生產：

結合上述兩方法之折衷作法，針對量能較大之項目，可透過代理商與原製造廠接洽，在國內設廠製造，好處是能解決認證驗證標準、品質、交貨期以及與代理商之關係，也可避免原製造廠停產導致料源中斷之問題。

本次參訪如 MERMEC 的列車監控系統、日本信號開發之 Traio、鋼軌破損檢測系統等，皆以遠端電腦取代傳統人力，臺灣資訊與通信科技產業發達，應利用優

勢發展類似國產化技術，節省人力，以符合未來趨勢。針對涉及原廠專利、影響行車安全等項目，建議可與原製造廠合作，以解決前期研發成本太高且受限行車安全之保守開發方式。未來公司化也可利用產業創新條例第 9-1 條，內容提及國營事業為進行創新或研究發展之合作或委託研究而辦理公告金額以上之採購者，除我國締結之條約或協定另有規定者外，得採限制性招標，不受政府採購法第十九條及第二十二條第一項之限制，對於提升廠商意願會有不小的幫助。

5.3 日立 EMU 3000 型城際電聯車 600 輛訪查

自 111 年 6 月開始，因臺鐵局新型 EMU3000 型及 EMU900 型列車陸續投入營運，環島 26 個變電站負載需求增加，部分變電站發生供應的負載電流超出原有過電流電驛(51)設定值，導致變電站真空斷路器(VCB)跳脫事件，例如供應南迴線單線區間的內獅變電站，饋電開關 F2 供電內獅至枋寮北邊(S/P)區段，111 年 7 月 25 日因應新型列車投入營運，過電流電驛設定值由 600A 調高為 700A，111 年 10 月 8 日及 10 月 10 日仍發生 F2 饋電開關過載延跳事件，過載延跳電流分別為 722A、718A，經查列車運行時刻表，當時有 372 次及 377 次共 2 列 EMU3000 型車輛於該區間運行，兩列車總合電流超過變電站輸出電流設定值，於 111 年 10 月 11 日將過電流電驛設定值由 700A 調高為 750A。以日立公司提供該 3000 型 1 列編組總視在功率(S)=2994KVA*3，最大總電流=360A 計算，供電區間有 2 列編組運行，其最大電流高達 720A，與上述內獅變電站跳脫電流值 718A 及 722A 大致符合。臺鐵局已針對新車加入營運對各變電站供電之影響檢討改善，爾後仍建議持續定期檢討精進：

(一)因應本局 EMU3000 型及 EMU900 型列車投入營運，用電量增加，轄區各變電站應定期檢討調整各電驛設定值，降低過載跳電機率。

(二)定期檢視各變電站契約容量與用電需求，必要時向台電公司申請調整契約容量，避免超約罰款。

(三)持續辦理電務智慧化提升計畫項下各項電車線系統更新及變電站容量擴增工程，以符合運轉需求及維持行車安全。

5.4 行程偶得

5.4.1 日本鐵道電車線系統

日本鐵路部分沿線架空電車線設備之設計，為減少維護成本及縮短復舊時間的考量，電車線系統採用彈簧式平衡器設計(如圖 5.4.1-1 左)，以減少所需零組件及維護保養頻率，其中彈簧式平衡器由彈簧線圈、鐵筒、安裝零件構成，具有不需要維護（相較於重錘式平衡器之鋼纜每年需要定期塗油保養），惟成本較高，然其確實對整體系統可靠度提升，減少經常性維護成本。目前臺鐵電務智慧化計畫項下亦採購 1,200 組新型終端裝置(如圖 5.4.1-1 右)，截至 112 年 11 月已更換 560 組，因其結構穩定度佳，維修簡易，更可縮短電車線斷線事故的搶修時間，增進搶修效益。



圖 5.4.1-1 左：日本彈簧式平衡器；右：臺鐵彈簧式平衡器

日本市區部分區段採雙主吊線設計(如圖 5.4.1-2 左)，與臺鐵局為因應行車密度增加，於北部區段增加輔助饋電線(Auxiliary Feeder)方式，以降低線路阻抗增加承載電流能力相同，另日本新幹線部分路段如厚狹站(如圖 5.4.1-2 右)，同時有新幹線及在來線，其新幹線電車線類似台灣高鐵採用複合懸垂式電車線(Heavy Compound Catenary)系統，而再來線採用類似臺鐵局單純懸垂式系統。



圖 5.4.1-1 左：日本市區雙主吊線；右：日本厚狹站新幹線及在來線電車線

現今科技日新月異，臺鐵電務設備於行車安全等級提升及推動智慧化後大幅增加，各電務、電力段業務量加大，然人力與技術斷層非常嚴重，需全面更新舊有設備強化安全等級，建置完整的電務設備監視及精密檢測系統，並不斷對員工施以實務教育訓練，讓員工養成「預防重於治療，保養勝於修理」的預防性保養觀念，確實以智慧化執行各種維修保養，有效降低電務設備故障率，提升行車安全。