

出國報告(出國類別：考察)

# 考察 InnoTrans 2018 柏林國際 軌道交通運輸設備展及德國軌道 運輸系統

服務機關：交通部臺灣鐵路管理局

姓名職稱：總工程司 高明鑿

副處長 葉世銀

助理工務員 吳佳興

派赴國家/地區：德國/柏林、萊比錫、法蘭克福

出國期間：107年9月15日~9月23日止

報告日期：107年12月17日

提要表

系統識別號：	C10703566					
相關專案：	無					
計畫名稱：	考察InnoTrans 2018柏林國際軌道交通運輸設備展及德國軌道運輸系統					
報告名稱：	考察InnoTrans 2018柏林國際軌道交通運輸設備展及德國軌道運輸系統					
計畫主辦機關：	交通部臺灣鐵路管理局					
出國人員：	姓名	服務機關	服務單位	職稱	官職等	E-MAIL 信箱
	高明鑿	交通部臺灣鐵路管理局	交通部臺灣鐵路管理局	總工程司	簡任(派)	
	葉世銀	交通部臺灣鐵路管理局	電務處	副處長	簡任(派)	
	吳佳興	交通部臺灣鐵路管理局	彰化電務段	助理工務員	薦任(派)	聯絡人 0534183@railway.gov.tw
前往地區：	德國					
參訪機關：	柏林國際軌道及交通運輸設備展，德國DB，萊比錫行控中心，法蘭克福中央車站					
出國類別：	考察					
實際使用經費：	年度	經費種類	來源機關	金額		
	107年度	本機關	交通部臺灣鐵路管理局	383,905元		
出國計畫預算：	年度	經費種類	來源機關	金額		
	107年度	本機關	交通部臺灣鐵路管理局	446,796元		
出國期間：	民國107年09月15日 至 民國107年09月23日					
報告日期：	民國107年12月19日					
關鍵詞：	InnoTrans，軌道，德鐵數位化，DB Digital，MindBox，萊比錫，輕軌運輸，法蘭克福中央車站，SkyDeck，DB Rail Academy，DB Digital Ventures					
報告書頁數：	46頁					
報告內容摘要：	每兩年於德國柏林舉行之Inno Trans為運輸技術領先之國際貿易博覽會，已成為國際公認鐵道技術交流與推廣平台。現場同時舉辦鐵路運輸4.0、鐵路貨運的數位化及歐洲鐵路交通管理系統等專題論壇；另德國鐵路(DB)公司工程與顧問部門之專家接待交通部及本局參訪人員，安排現場導覽並作德鐵公司之工程服務、商業及技術諮詢、客製化基礎建設、客貨服務，及行動運輸解決方案等各項專業之簡報。德鐵從車站管理數位化至數位轉型與創新研發，及將VR(虛擬實境)、AR(擴增實境)技術應用在鐵路相關維修訓練上等，皆顯示德鐵積極致力於激發創新力與提升競爭力之努力。德國軌道事業之發展情形，諸多值得本局未來培訓維修技術及企業化經營借鏡。					
報告建議事項：	建議事項	狀態	說明			
	號誌狀態遠端監控系統	研議中				
	CTC中央控制行車系統設置	研議中				
	號誌聯鎖系統更新	研議中				
	基礎設施監控與預警系統	研議中				
電子全文檔：	C10703566_01.pdf					
出國報告審核表：	C10703566_A.pdf					
限閱與否：	否					
專責人員姓名：						
專責人員電話：						

## 摘 要

每兩年於德國柏林舉行之 Inno Trans 為運輸技術領先之國際貿易博覽會，已成為國際公認鐵道技術交流與推廣平台，參展內容包括鐵路技術、鐵路基礎設施、公共交通、隧道建設及行旅服務設施等 5 大類別，共 41 個展廳。現場同時舉辦鐵路運輸 4.0、鐵路貨運的數位化及歐洲鐵路交通管理系統等專題論壇；另德國鐵路(DB)公司工程與顧問部門之專家接待交通部及本局參訪人員，安排現場導覽並作德鐵公司之工程服務、商業及技術諮詢、客製化基礎建設、客貨服務，及行動運輸解決方案等各項專業之簡報。

德鐵提供在德國境內和連接歐洲其他國家的鐵路客貨運輸服務，是德國最大的鐵路運輸公司。為適應歐洲各國及德國境內交通運輸激烈的競爭，德鐵不斷求新求變，從車站管理數位化至數位轉型與創新研發，及將 VR(虛擬實境)、AR(擴增實境)技術應用在鐵路相關維修訓練上等，皆顯示德鐵積極致力於激發創新力與提升競爭力之努力，建構德國鐵路為世界一流之軌道建設與服務企業。德國軌道事業之發展情形，諸多值得本局未來培訓維修技術及企業化經營借鏡。

# 目 次

壹、考察目的-----	1
貳、考察行程-----	2
參、參訪及考察內容-----	3
一、2018國際軌道及交通運輸設備展(InnoTrans)-----	3
(一) InnoTrans介紹-----	3
(二) 參訪廠商-----	5
(1) Kapsch-----	5
(2) Frauscher -----	7
(3) voestalpine -----	8
(4) Arthur Flury AG -----	14
(5) Stadler -----	14
(6) KYOSAN(日本京三)-----	15
(7) NIPPON SIGNAL(日本信號)-----	16
(8) Siemens(西門子) -----	17
二、德鐵數位化與智慧運用-----	19
(一) 德鐵簡介-----	19
(二) 車站管理數位化的應用-----	20
(三) 數位轉型與創新研發-----	24
(1) DB Digital -----	24
(2) MindBox -----	25
(3) DB Digital Ventures-----	27
三、VR技術在鐵路維修訓練上的應用-----	28
四、DB Rail Academy-----	30
五、萊比錫輕軌運輸-----	31
(一) 萊比錫OCC與能源(電力)監控站-----	31
(二) 萊比錫輕軌運輸與維修基地-----	34
六、法蘭克福中央車站與DB System 1 (SkyDeck)-----	36
肆、考察心得與建議事項-----	40
一、考察心得-----	40
二、建議事項-----	44
(一) 號誌狀態遠端監控系統-----	44
(二) CTC中央控制行車系統設置-----	45
(三) 號誌聯鎖系統更新-----	45
(四) 基礎設施監控與預警系統-----	45

## 壹、考察目的

作為世界級領先的運輸科技展覽會，InnoTrans2018 柏林展場上的首次超過 3000 個參展廠商，來自 60 個以上國家，達到歷史高峰。總共有 155 種列車車輛及超過 400 種創新的技術於會場中展示，其中有 146 種車型是首次發表，在為期 4 日之展期中，考察現今鐵道相關建設之最新技術，藉以吸收國外新知，增進與業務有關之知識技能，以充實因應相關臺灣軌道產業長期發展方向及強化未來工程之設計規劃能力。

因應我國前瞻基礎建設相關軌道建設，對於臺鐵軌道基礎設施安全提升、檢測維修務數位精確及服務品質增值優化等，藉由本次考察與觀摩先進國家已發展成熟之系統設施及廠商創新研發之最新車輛、設備，了解德國運輸系統之營運經驗，可作為本局後續推動前瞻基礎建設之參考。此外，臺鐵電務智慧化提升計畫刻正積極推動中，其號誌聯鎖、電訊與電力系統之更新與升級，及 CTC 行控中心之規劃及未來車站之開發與經營管理，亦為將來面臨之重要課題，此次考察之德國鐵路其面對環境競爭之做法亦值得借鏡。

## 貳、考察行程

日期	地點	主要行程概述
9/15(六)	臺北~法蘭克福	去程
9/16(日)	法蘭克福~柏林	參觀柏林城市軌道交通建設
9/17(一)	柏林	參訪 DB 總部討論 DB4.0 及智慧型應用及 Sudkreuz 車站有關車站多元運輸整合及拜訪德鐵數位轉型實驗室 (Mindbox) 及智慧監控設施
9/18(二)	柏林	InnoTrans 會場活動及與德國聯邦鐵路局 EBA 會談
9/19(三)	柏林	Inno Trans 會場活動及特定廠家科技導覽
9/20(四)	柏林	參訪德鐵行控中心及中央能源供應及德鐵機廠及智慧資產管理應用
9/21(五)	柏林~法蘭克福	參觀法蘭克福中央車站與 DB System
9/22(六)	法蘭克福~臺北	回程
9/23(日)	臺北	抵達

## 參、參訪及考察內容

此次參加每兩年於德國柏林舉辦之國際軌道及交通運輸設備展(InnoTrans 2018)等軌道相關工業，並實際訪察德國鐵路等號誌設備及旅運設施現況，對臺鐵於未來營運及號誌系統規劃之方向提供不少助益，以下就參訪內容做詳細說明：

### 一、2018 國際軌道及交通運輸設備展(InnoTrans)

#### (一) InnoTrans 介紹



圖 1 InnoTrans 展場示意圖



圖 1-1 InnoTrans 2018 展場入口

InnoTrans 是運輸技術領先的國際貿易展覽會，每兩年在柏林舉辦一次。細分為鐵路技術、鐵路基礎設施、公共交通、隧道建設及行旅服務設施等五大主要類別，佔據柏林展覽場地的所有 41 個展廳(圖 1)。InnoTrans 的一個獨特之處在於它的戶外和軌道展區，從輕軌捷運到高速列車的所有物品都實體展示在戶外 3500 公尺的軌道上。



圖 1-2 戶外展場

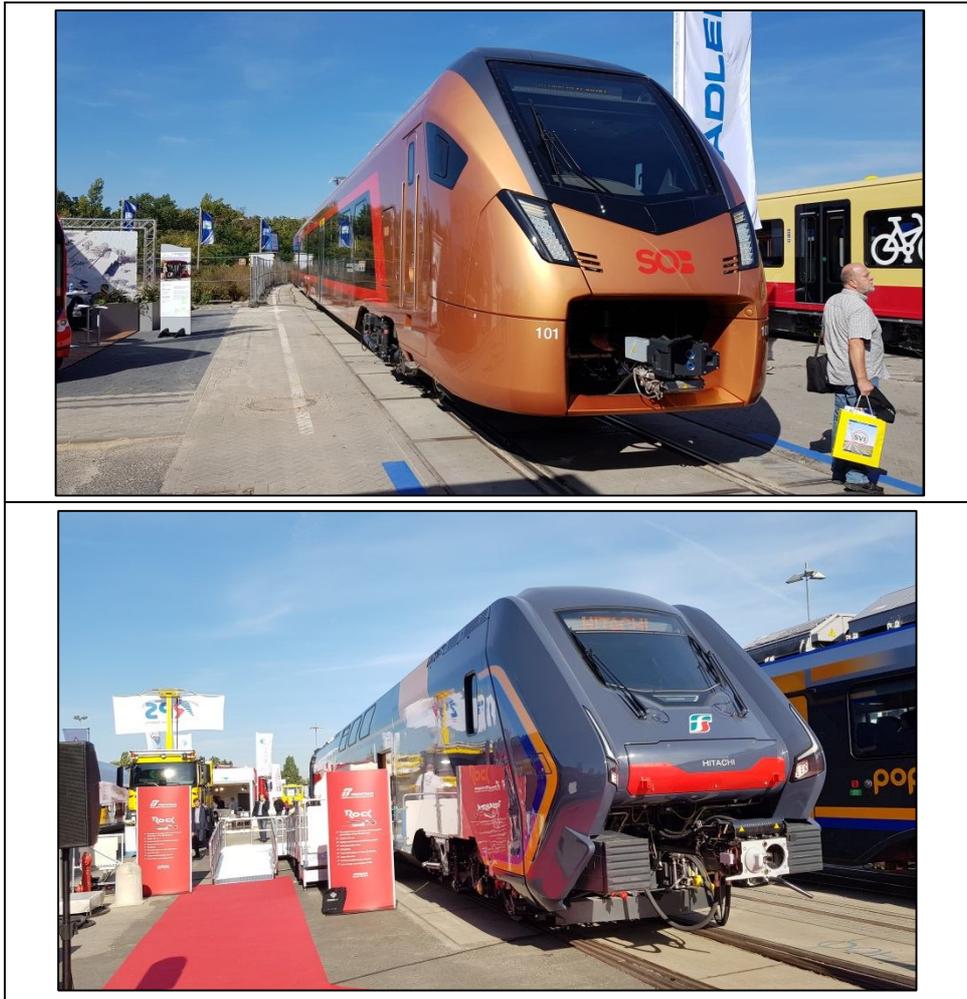


圖 1-3 戶外展示車輛

除展場內外實體之展示，展覽期間也安排許多場論壇及領袖高峰會，由德國交通論壇（DVF）組織、德國運輸公司協會（VDV）、歐洲鐵路工業協會（UNIFE）和德國鐵路工業協會（VDB）聯合舉行，其中包含一系列內容豐富的主題討論及演講，並提供鐵路相關領域發展情況和趨勢之國際交流平台。

## （二）參訪廠商

### （1）Kapsch

奧地利 Kapsch AG 集團，總部設於維也納，具有領先全球的鐵道車輛無線通訊技術。其他業務包括移動和固定網絡運營商的電信解決方案，由營運長 Thomas Schöpf 向參訪人員介紹說明(圖 2)。



圖 2 營運長 Thomas Schöpf 介紹公司產品

Kapsch 的端點到端點(end-to-end)鐵路專用網絡(Railway Dedicated Network，簡稱 RDN)，其解決方案基於並超越 GSM-R 標準，它們之技術支持整個鐵路語音和數據通信要求。在超過 500 公里/小時的列車行車速度下保證性能，不會造成任何通信資料之損失，確保乘客和工作人員的安全。

現場展示物聯網(Internet of Things，簡稱 IoT)應用技術之成果，結合 LTE 及 GSM-R 技術，除了可用於 ETCS-Level 2 之號誌系統架構外，亦可用於車載系統，將列車前方即時影像及告警信號等資料傳回行控中心(圖 3)或手持式裝置(圖 4)。



圖 3 即時影像傳回行控中心



圖 4 告警信號傳回手持式裝置

## (2) Frauscher

奧地利 Frauscher 集團，提供計軸器及鐵路軌道偵測等設備，目前臺鐵於沙崙支線所採用之計軸器為該公司所生產之 RSR-180 型(如圖 5)，安裝迄今甚少發生故障情形，堪稱高可靠度設備。



圖 5 臺鐵 RSR-180 型計軸器

現場展示其新型計軸器系統(SENsiS)(圖 6)，除改良其計軸之功能之外，結合 3 維向量、現場環境溫度及列車速度等之偵測功能(圖 7)，並使用網際網路傳輸，可完整記錄列車車輪輪緣之平滑情形、鋼軌溫度及列車行駛速度之偵測資料。臺鐵過去曾發生因氣溫太高造成鋼軌挫曲情形，及列車在行駛中因不明物體撞擊車輪造成車輪表面之凹陷情形，可藉由該計軸器之輔助偵測功能，達到警示及預防性檢修之目的。



圖 6 SENSiS 型計軸器

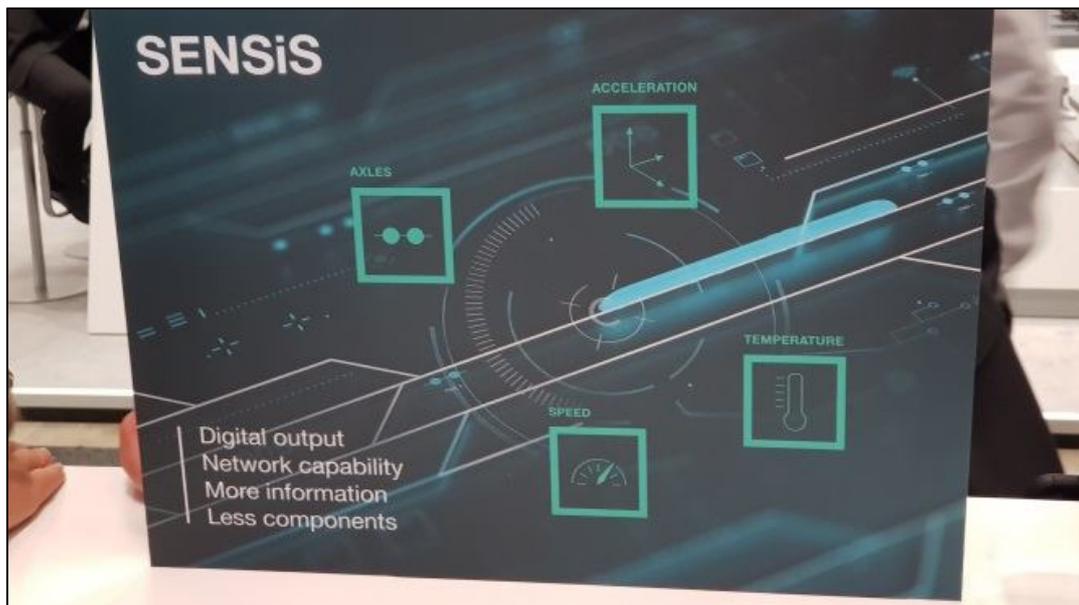


圖 7 可偵測向量、溫度及速度

### (3) voestalpine

奧地利前國營企業 voestalpine，創立於 1870 年，經歷過 1980 年代全球能源過剩危機，轉型專注於加工、製造以及附加工程設計能力，目前為奧地利最大的工業企業之一，企業經營依鋼鐵生產和用途分為鋼鐵冶煉、鐵軌系統、汽車用鋼及管材等四大部分，總部位於德國 Düsseldorf，目前臺灣高鐵及臺北捷運環

狀線採用該公司所生產之轉轍器，臺鐵今(107)年所採購之防水型電動轉轍器(含安裝) 87 套也為該公司所生產(圖 8)。



圖 8 臺鐵所採購之防水型電動轉轍器

該公司於現場展示新型內部鎖定式防水型轉轍器(Unistar HR NG)(圖 9~11)，內建設備診斷感測器及系統，擁有 IP67 防水等級，其主要規格及技術資料如下：

驅動及鎖定單元特性	
1	內部鎖定設計，不須外部鎖定裝置
2	轉向力: 8 kN，轉向時間: 2-4 秒
3	尺寸: 體積僅 577x390x168mm
4	重量: 75 公斤
5	電動馬達由設備箱終端控制

6	可運轉溫度範圍：攝氏零下 40 度至 80 度
7	濕度範圍:95%
8	IP67 防水防塵設計
9	認證平均維修時間(MTTR)僅 20 分鐘

供電單元特性	
1	電控式馬達、無機械式離合器，不須設定且無機械運轉磨耗
2	低湧入電流，採 0.5 秒延遲啟動設計，降低繼電器負載
3	整合式監控感測器
4	電源：110-550V，可採直流或交流電
5	與各家電子聯鎖系統相容
6	可手動扳轉(hand cranking)
7	一對多(鎖定單元)；另設供電單元或以手動曲柄扳轉

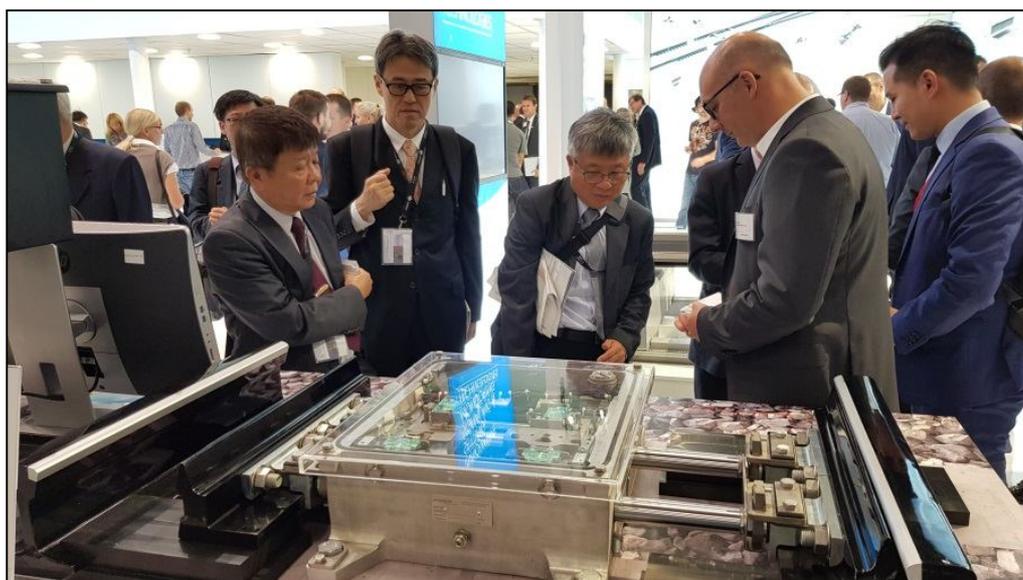


圖 9 內部鎖定式防水型轉軸器功能解說

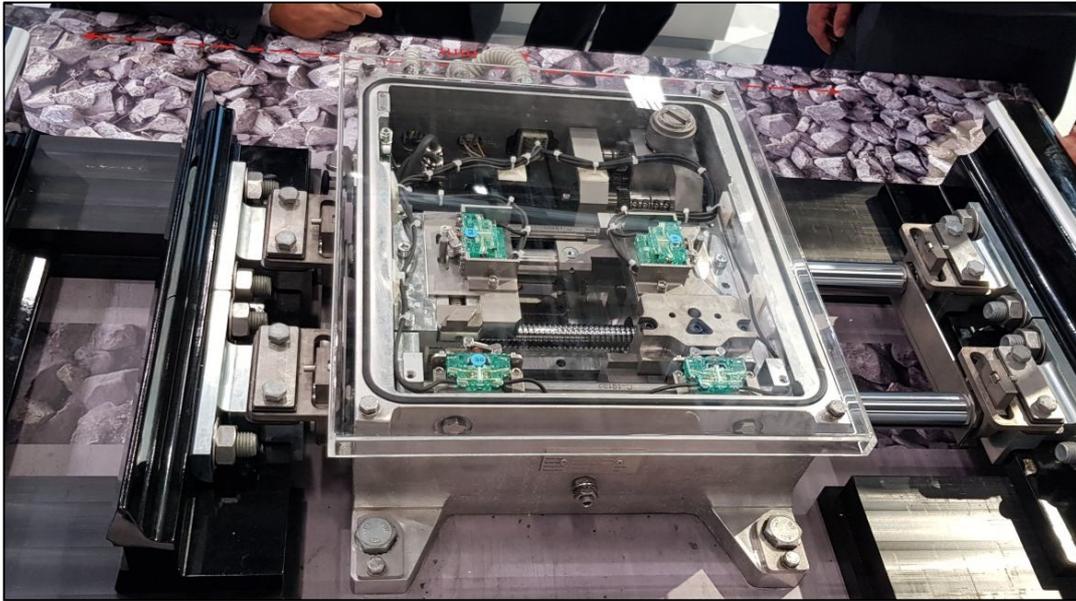


圖 10 內部鎖定式防水型轉轍器構造



圖 11 轉轍器展示於水中操作

本項新型防水型轉轍器與臺鐵目前現場使用之電動轉轍器最大不同之處在於已內建多項監控裝置，藉由偵測推拉力、電壓及電流的動作情形(圖 12)，比對轉轍器正常使用之基準數值，可由監控系統軟體分析出異常動作情形(圖 13)，達到設備尚未故障前預防性檢修之目的。

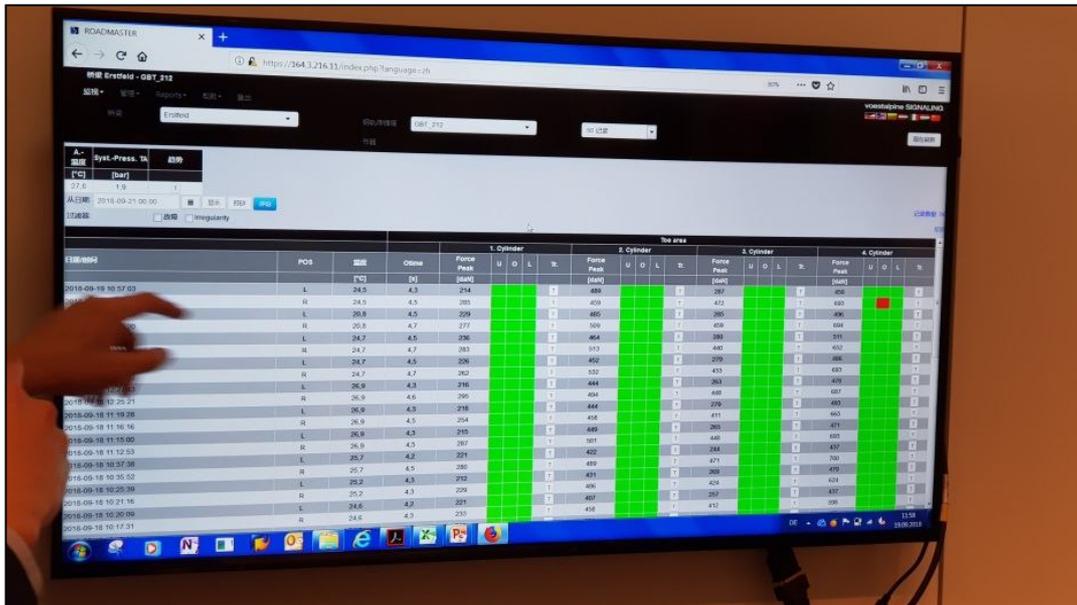


圖 12 監控轉轍器推拉、電壓及電流的動作情形

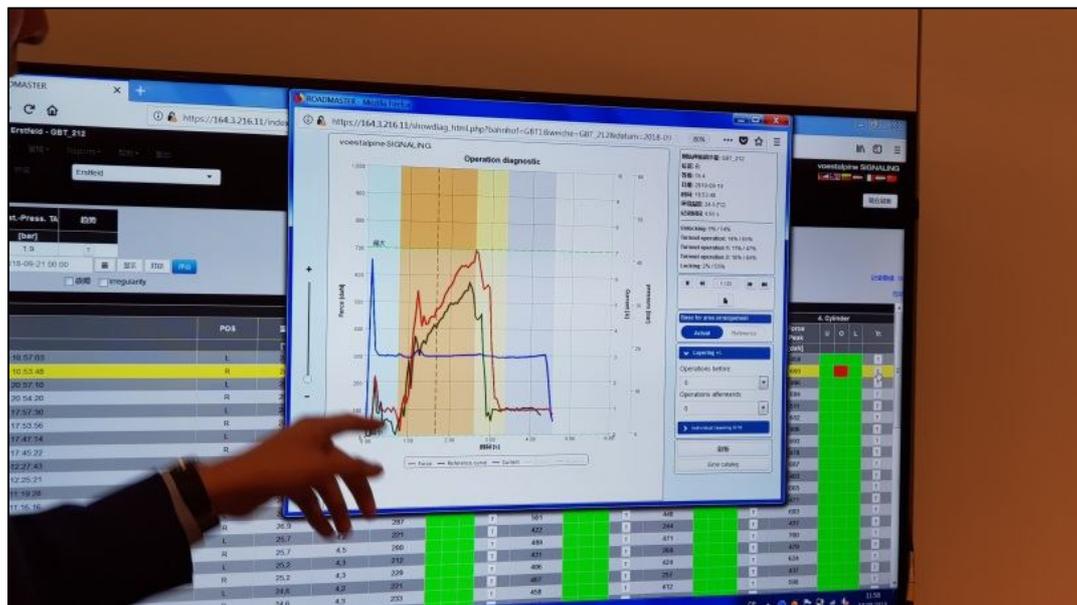


圖 13 軟體分析出異常動作情形

Voestalpine 亦展示其計軸器系統(UniAC)(圖 14)，安全等級符合 CENELEC 標準 EN 50126、EN 50128、EN 50129、SIL4 和 EN 50159 Class 3，軌旁除接線箱之外無裝設任何電子單元(圖 15)，計軸器亦可偵測速度、軸數及溫度。其特色在於安裝固定後可使用手持式裝置調整計軸器數值(圖 16)，工作人員無須於軌道上拆裝設備，減少人員於軌道上作業之風險。

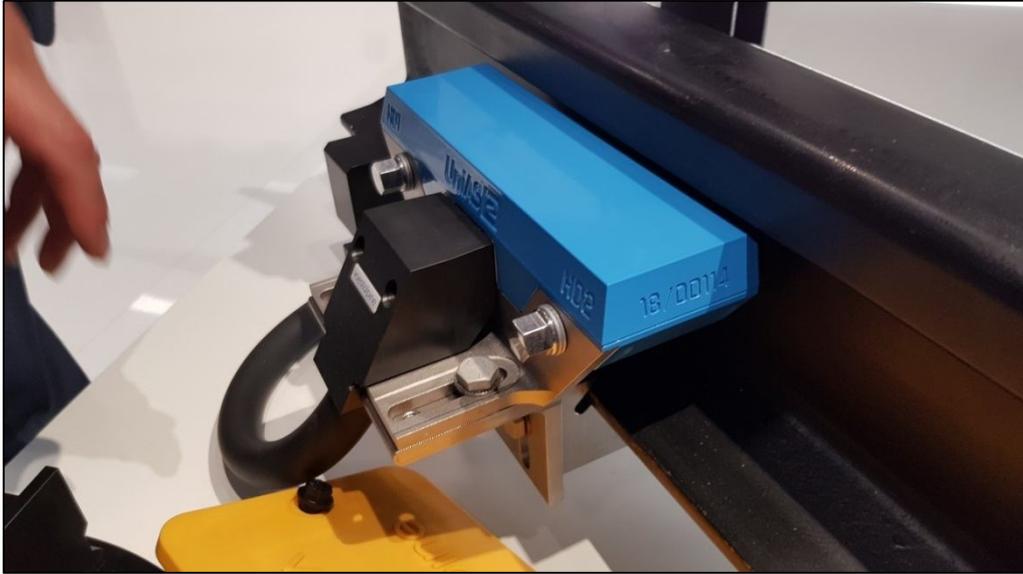


圖 14 計軸器 (UniAC)

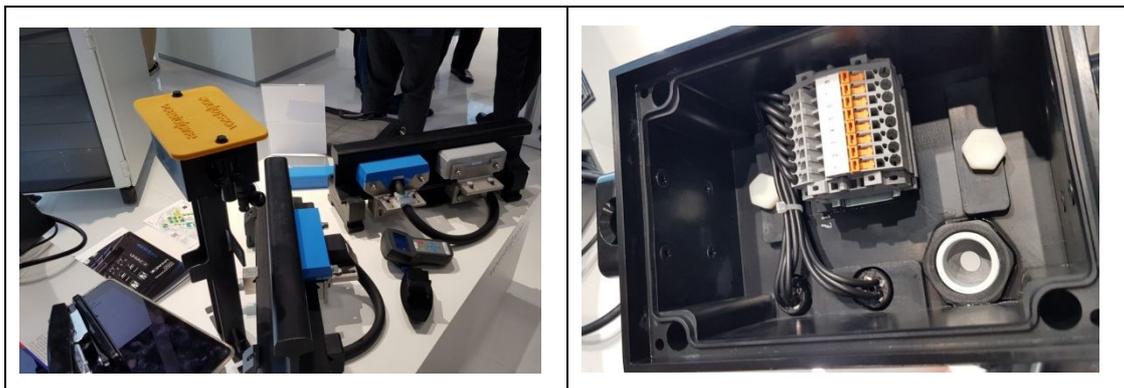


圖 15 軌旁接線箱及內部展示



圖 16 以手持式裝置調整計軸器數值

#### (4) Arthur Flury AG

瑞士廠商，專門設計和製造架空接觸線及接地線等材料，現場展示其區分絕緣器，其裝置特點為滑行板與絕緣體結合後，兩者之間無任何間隙，可避免集電弓插入或撞擊滑行板。(圖 17)



圖 17 區分絕緣器

#### (5) Stadler

來自瑞士的軌道車輛製造商 Stadler，創立於 1942 年，目前有 28 個國家採用該公司所生產之車輛。現場介紹該公司最新型油電混合動力車(圖 18)，可行駛於電化及非電化區間。

臺鐵區間若發生電車線斷線，往往搶修造成長時間中斷營運，若採用此型油電混合機車，將可縮短影響營運之時間，值得參考。



圖 18 油電混合動力車

#### (6) KYOSAN(日本京三)

Kyosan Electric Manufacturing Co.,Ltd (簡稱日本京三)成立於 1917 年，在日本各地及臺灣皆設有分公司，目前本局、臺灣高鐵及桃園捷運等皆有使用該公司之產品，本局臺中、員林高架車站及內灣支線之號誌系統亦為該公司所承攬製作，日本京三於 1971 年於臺灣台中市潭子加工區成立台灣京三股份有限公司及工廠，除了生產號誌用繼電器與電源裝置之外，另承攬轉轍器、遮斷機等的維修業務，也是目前國內唯一能承做轉轍器、遮斷機及安全繼電器等設備之廠商。展示會場介紹新型電子式平交道遮斷機(圖 19)，與本局目前所使用之平交道遮斷機不同之處在於可控制遮斷桿上昇、下降之速度、可計數平交道動作次數及無重錘設計；本局平交道遮斷機皆為日本公司所生產製造(京三、日信、日本大同信號株式會社)，使用至今逾 10 年以上，何時該整修皆依靠各現場人員經驗，遮斷桿安裝後亦需費時調整重錘平衡，該公司新型之遮斷機已改良上述缺失，對本局未來平交道設備升級非常值得參考。

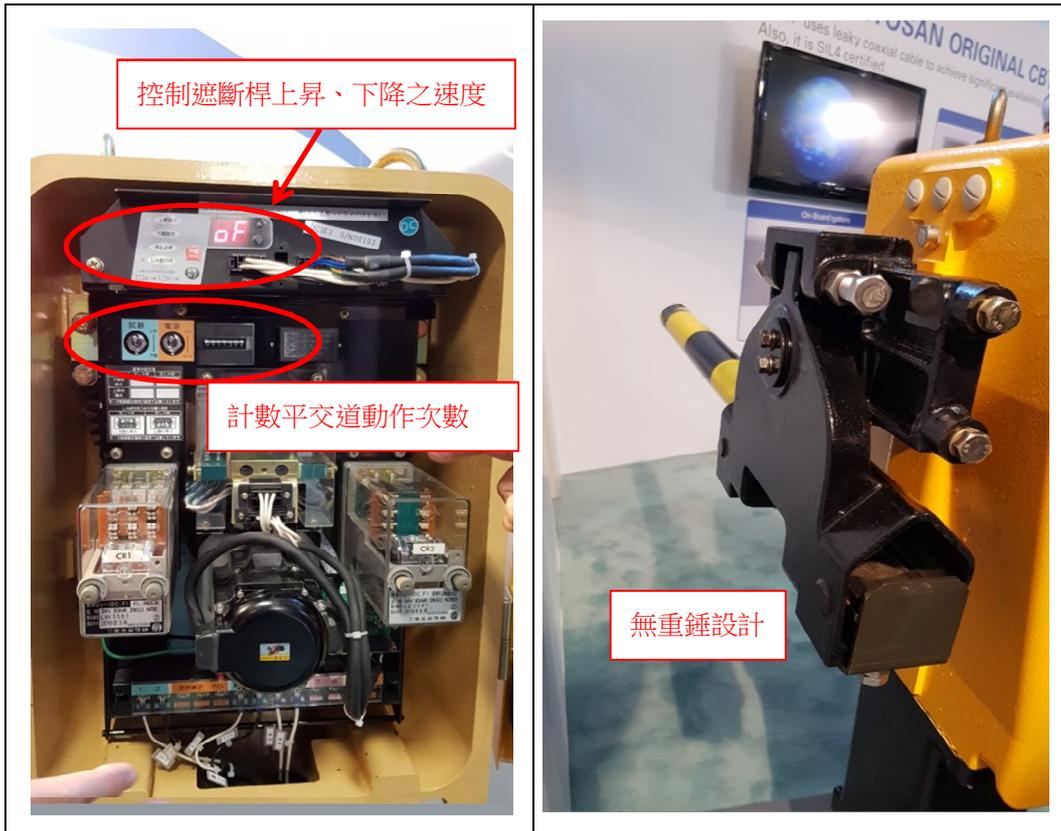


圖 19 新型電子式平交道遮斷機

### (7) NIPPON SIGNAL(日本信號)

Nippon Signal Co. Ltd(簡稱日本信號)成立於 1928 年，臺灣高鐵號誌系統以及臺灣鐵路管理局範圍部份車站電子聯鎖系統、CTC 中心等皆使用該公司之設備，目前亦承攬本局武塔站、成追雙軌化工程之電子聯鎖新設工程。本次會場中所展示該公司與印度公司所合作之計軸器設備(MSDAC-G39)(圖 20)。

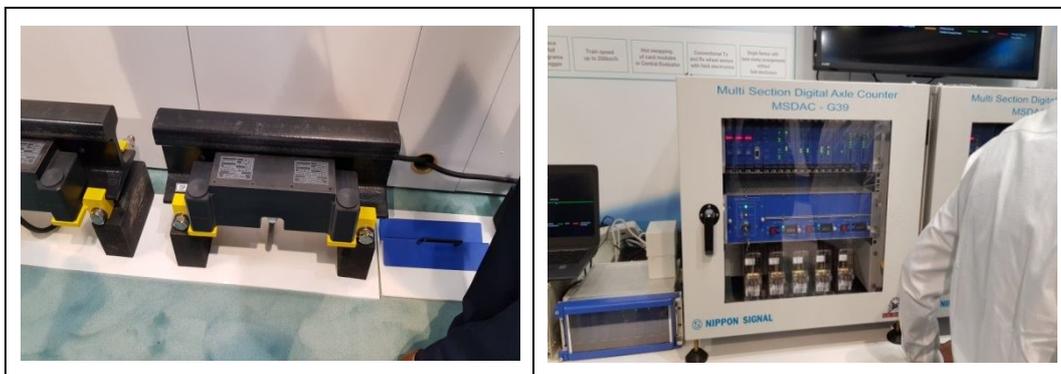


圖 20 新型電子式平交道遮斷機

## (8) Siemens(西門子)

成立於 1847 年，身為軌道運輸領域之世界大廠，西門子以提供完整之機電系統之統包工程而聞名於世，至今已在全球各地累積龐大之軌道運輸系統經驗及實績。所提供之系統涵蓋傳統鐵路、高速鐵路、捷運輕軌及磁浮列車等。在臺灣之機場捷運號誌系統、臺鐵 EMU500 電聯車之電力牽引系統及計軸器號誌設備、高鐵號誌轉轍器等皆為該公司之產品。

現場展示該公司最新型之計軸器系統(ACM 250)(圖 21)，該計軸器系統由免維護的 Clearguard ACM 250 模組組成，這些可程式化模組透過 ID plug 與乙太網路匯流排及 Clearguard ZP 43 E/ V 及 Clearguard ZP D 43 計軸頭結合成為失效安全(Fail-safe)之計軸系統，即使有特定失效下，也不會造成對人員或其他設備的傷害，有助於軌道運輸設施安全提升及危害降低。



圖 21 西門子 ACM 250 計軸器系統

西門子 ACM 250 計軸器系統其設備優點如下：

### 1. 具智慧診斷功能

透過單一或冗餘組態中的可標準化介面(OPC UA)，將診斷資料傳送至更高階層的系統，再通過乙太網路之輸出通道後，可安裝在任何的 ACM 模組上。系統整合網站 (IP 位址) 通訊的能力，得以隨時隨地透網路(網際網路或內部網路) 取得設備當時的狀態資訊進行遠端診斷。

### 2. 方便擴充及修改

將其設備皆模組化的概念，允許輕鬆擴充與修改，因此可確保未來可進行站場擴增或修改股道，無需中斷鐵路營運即可進行硬體更換、擴充或組態更新。

### 3. 以 ID 插頭程式化

計軸器模組配備可程式化之硬體 (ID 插頭) 以及軟體，更換時只需拔除再重新插入 ID 插頭，即可將配置的資料傳輸到替換的 ACM 250 模組。因此，可以快速修復故障並將停機時間降到最低。

此外，西門子現場也展示新型油、電雙混合動力機車(Vectron Dual Mode)(圖 22)，其柴油發動機功率可達 2,400 kW，油箱容積 (可用) 2,500L，最大行駛速度可達 160 公里/小時。(圖 23)



圖 22 油、電雙混合動力機車

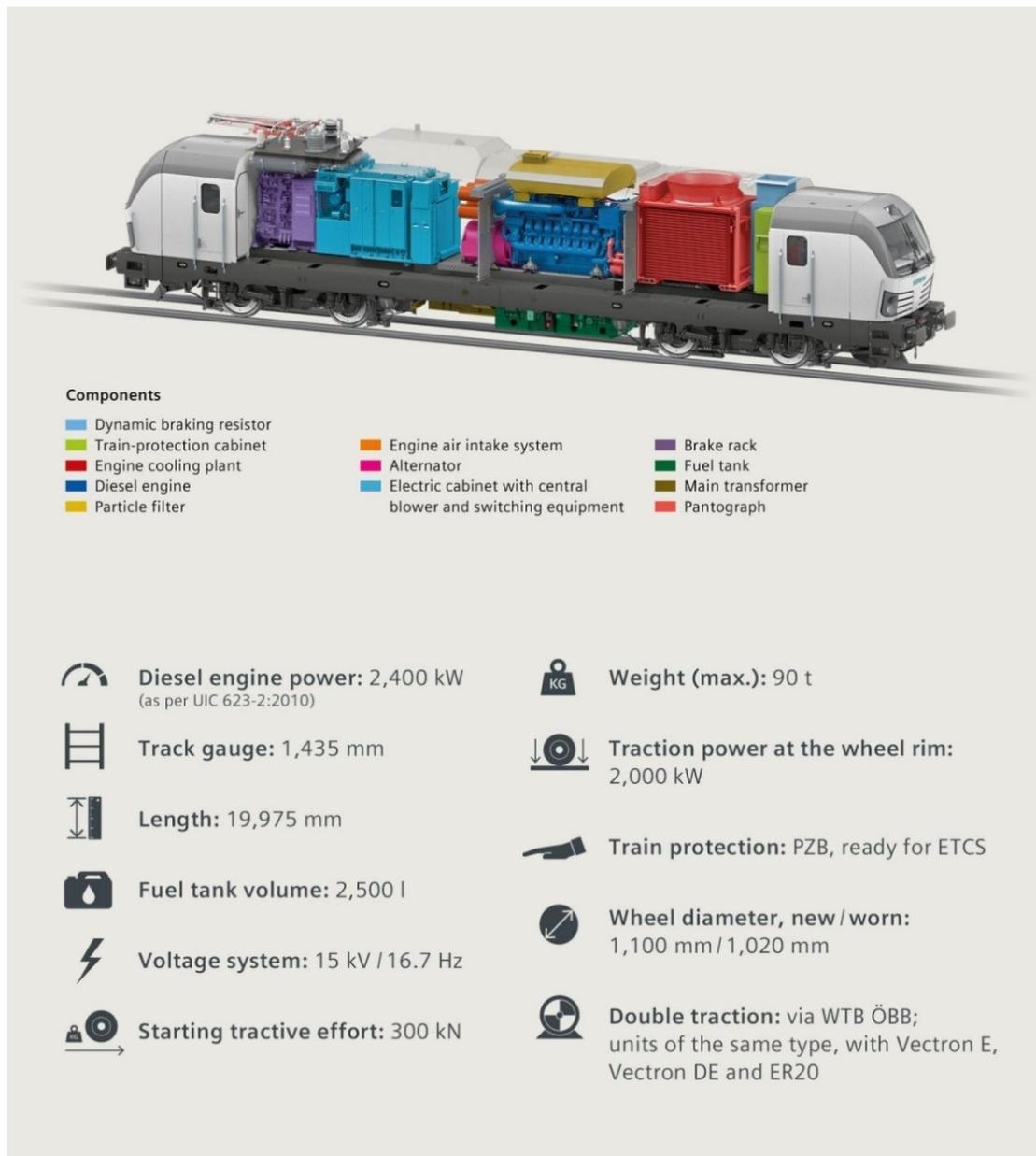


圖 23 油、電雙混合動力機車性能簡介

## 二、德鐵數位化與智慧運用

### (一) 德鐵簡介

德國鐵路(DB) 由原德國聯邦鐵路及德國國營鐵路於 1994 年在法蘭克福重整與合併，並於 2000 年遷至柏林於波茨坦廣場旁，當時德國鐵路計劃分三個階段，10 年完成，第一階段是東西德合併，成立德國鐵路股份公司。已於東西德統一後完成、目前正處於改造的第二階段，進行組織再造，成立一個控股公司和短途客運、長途客運、貨運、車站服務和線路設施五個經營部門。

數位化(Digitalization)正在徹底改變各國的運輸產業，在德國，鐵路業同樣的面臨公路運輸及航空公司的競爭，導致鐵路在整體交通量方面大幅失去其市場之佔有率，因此，德鐵積極塑造鐵路產業的數位轉型與創新研發，作為德鐵企業永續經營的主要任務。

為了更深入瞭解德鐵數位化轉型及應用，由德鐵人員引導進入位於柏林中央車站旁德鐵辦公大樓對參訪人員簡報介紹。

德鐵擁有 5,400 個車站，每日服務超過 2,000 萬人次，出租面積超過 100 萬平方公尺，為德國境內最大商業面積出租企業，有 110 列車營運單位使用德鐵之車站(圖 24)。

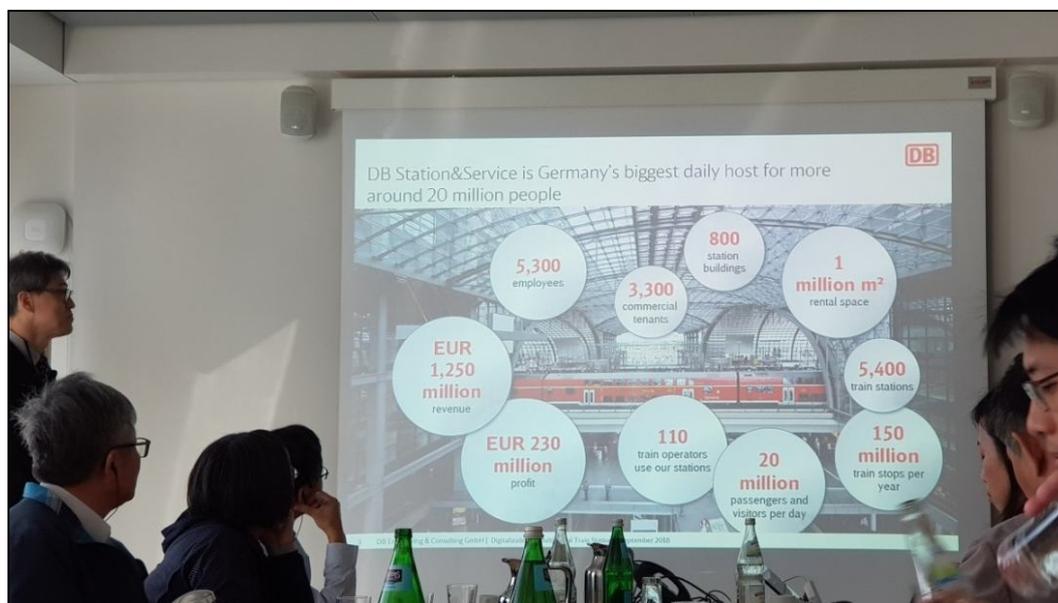


圖 24 德鐵人員簡報介紹

## (二)、車站管理數位化的應用

為了數位化轉型，德鐵制定了數位化之期程(圖 25)，將如何提升面對旅客之服務、每日管理維修營運 5,400 個車站之成本降低等問題。德鐵結合物聯網(IoT)加以創新研發，期望能提高營運效能及提升旅客之滿意度。在管理方面，如何掌握數據及加以分析，德鐵將 IoT 運用於車站服務之提升列舉了 7 項創新研發之作為(圖 26)：

1. ADAM Elevators	智慧型電梯
2. ADAM Escalators	智慧型電扶梯
3. Station Clocks	車站子母鐘
4. Lighting	車站光源優化
5. Trash Cans	智能垃圾桶
6. Energy Meters	能源監控
7. Winter Service	冬季服務

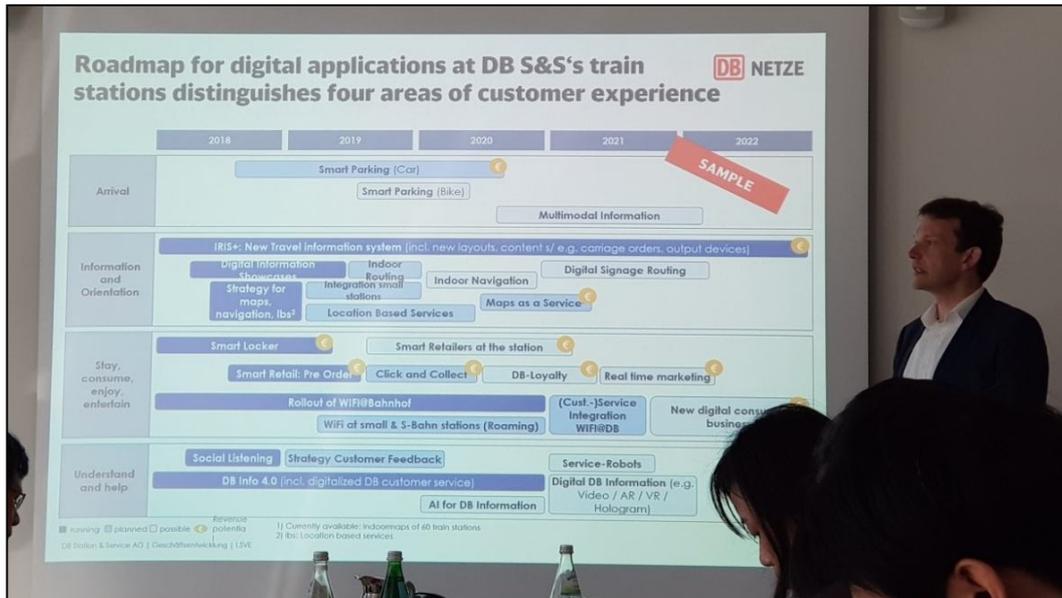


圖 25 德鐵數位化之期程

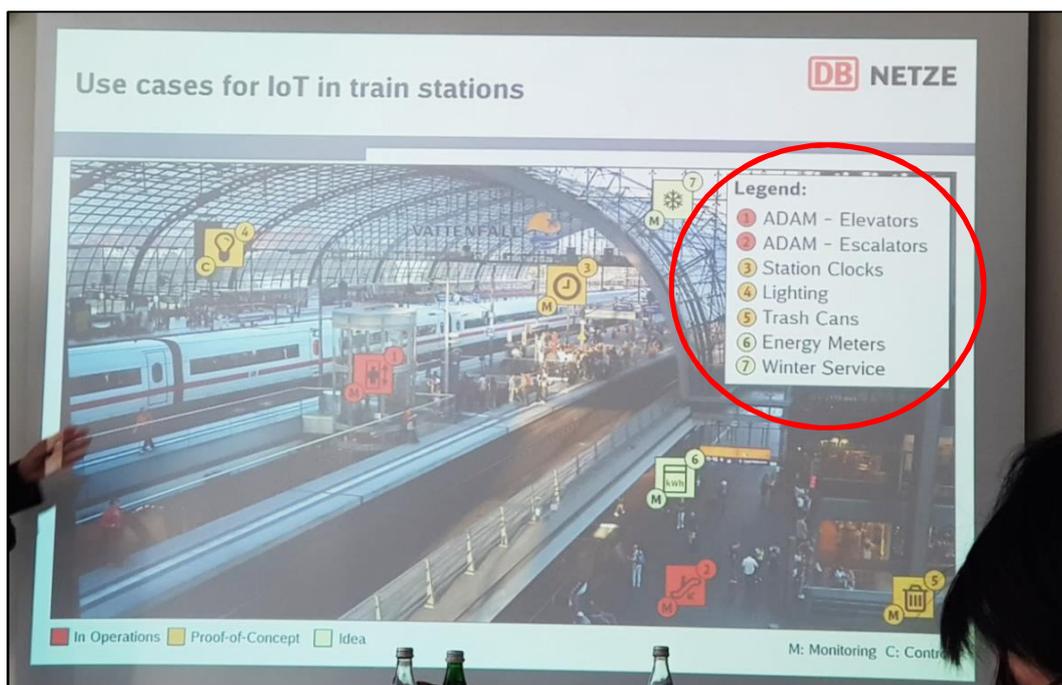


圖 26 德鐵提升車站服務創新研發之作為

在傳統的維護模式當中，車站當中有許多的設施，在定期檢查或在故障發生之前，通常無法得知潛在故障因子，對於每日需管理 5,400 個車站的德鐵來說，在設備故障後才開始維修，不僅增加維修人員的工作負荷，且加重其養護工作壓力，更會提高維修的成本，除了影響旅客，更相對地使得公司營收獲利減少，這不符合德鐵對於企業經營及服務品質要求。

為了能充分發揮「預防性保養」，德鐵認為「數據」的收集及分析非常重要，依據每件故障根源分析所得到的結果，透過分類，將潛藏於設備中的故障因子予以消除，或是將設備發生故障的頻率降到最低。

「ADAM」計劃，為德鐵 Station & Service 的設備管理數位化擴充計劃之一。在德鐵 1,000 多個車站內已經開發並安裝了此通信模組(圖 27)。面對眾多的設備及不同的廠商，德鐵花費許多的心力整合。自 2016 年起，透過 ADAM Modul 模組，大約已有 2,000 台電梯和約 1,000 台手扶梯納入遠程監控，在故障發生前，關於這些設備的運營情形，透過網路將記錄的數據傳輸到中央伺服器內分析，可即時掌握設備設備運行情形，除了故障時可立即通知維修人員前往，其開放式的內容也可讓使用者(旅客或工作人員)使用智慧型手機就可及時獲得電梯或電扶梯之運行狀況，特別是對於擁有大量行李或行動不便的旅客可以提前瞭解狀況並做出因應決定。

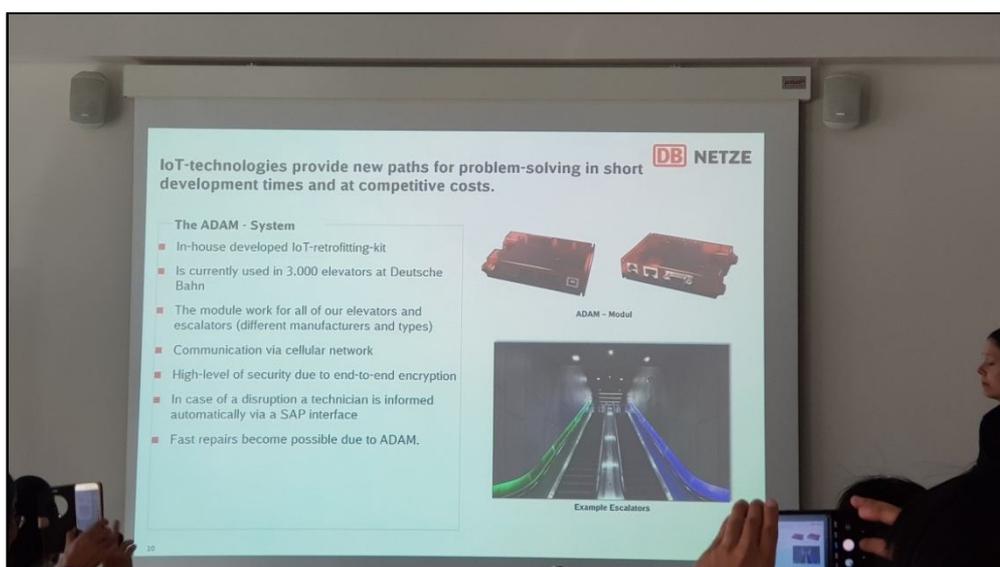


圖 27 ADAM Modul 模組

此外，德鐵除了想掌握設備運作情形之外，德鐵也掌握「旅客」資訊。傳統車站子母鐘僅作為旅客觀看時間之用，然而德鐵將其創新改造，以 IoT 高端應用之技術，結合 LoRaWAN(低功率廣域網路)，研發了智慧型車站子母鐘(圖 28)。一方面，先對 50 個車站時鐘進行試驗，並以監控解決方案對其進行了改裝。另外兩個車站時鐘與柏林科技新創公司 Relayr 合作配備了感應器技術，將在柏林 S-Bahn 之 Bellevue 站及 Jannowitzbrücke 站進行測試。最後，第三個時鐘則與軟體新創公司 GreyRook 合作，正在開發一種車站時鐘同步之新方法。



圖 28 智慧型子母鐘

智慧型子母鐘內設有各類感應器 Sensor，可偵測現場環境溫度、濕度及光源情形，還設置「PAX Counter」(使用者計數器)，可得知現場使用 Wifi 之旅客，掌握車站旅客人數，並以 LoRaWAN 傳輸，免除佈纜之困難(圖 29)。



圖 29 子母鐘設置各類感應器及以 LoRaWAN 傳輸

將 LoRaWAN 的使用範圍擴大，連「垃圾桶」德鐵也將其智慧化。以往車站清潔多數採取定時巡視清理，為了能將人員充分有效率的配置，德鐵在垃圾桶內裝設感應器，在接近滿載時再通知清潔人員處理。

面對冬季時無人車站月台及軌道之積雪，德鐵將感應器埋入月台上，同樣運用 RoLaWAN 技術，免除佈纜，只需定期更換電池，就可收集車站積雪結冰情形，進而安排人員進行清理積雪，有效提升服務品質(圖 30)。

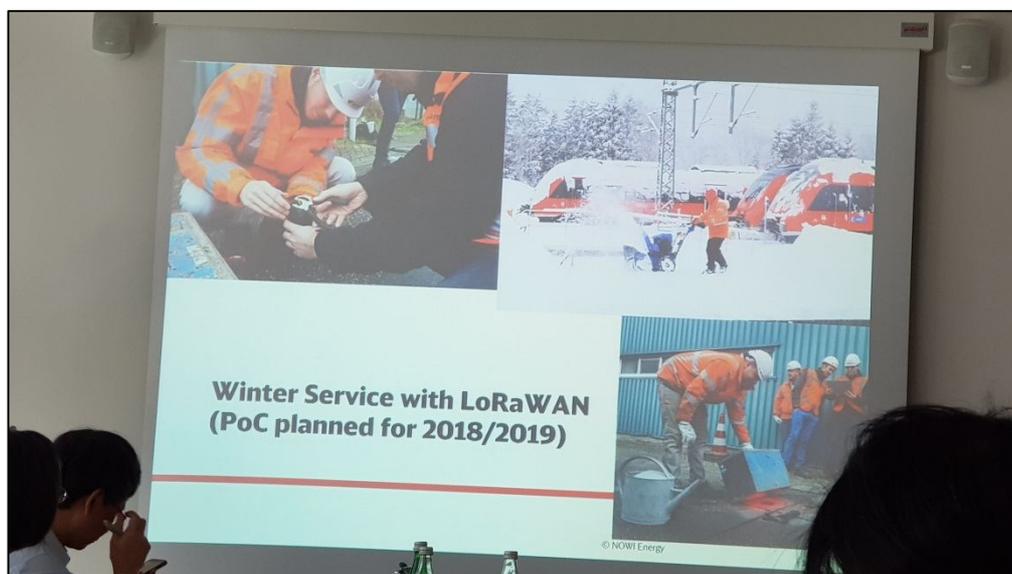


圖 30 德鐵以 RoLaWAN 提升冬季服務

### (三) 數位轉型與創新研發

#### (1) DB Digital

為了瞭解德鐵推動數位化的轉型及創新，參訪人員來到位於柏林施普雷河 (Spree River) 河畔之辦公室(圖 31)，由德鐵人員介紹 DB Digital。

自 2014 年起，德鐵開始積極塑造數位化轉型。最初從物流、運輸和基礎設施等方面開始，也成立了許多實驗室，如 d.lab、Skydeck 及 DB MindBox，以及許多創意的思維及產品(圖 32)。到 2016 年，成立了 DB Digital Ventures，專門對外投資初創公司。

德鐵希望在未來數位化轉型後，能在運輸和物流方面發揮關鍵作用，以創新

的數位技術將 IoT(物聯網)應用、無人車輛自動駕駛、3D 列印及虛擬實境等等發揮盡致。



圖 31 德鐵位於 Spree River 河畔之辦公室



圖 32 德鐵數位化介紹

## (2) MindBox

MindBox 是德鐵 DB Digital 公司推動數位化之創新專業團隊之一，為帶動德鐵與外部之新創公司合作平台之間重要角色。辦公室位於柏林施普雷河(Spree River)河畔(圖 33)，在此處，MindBox 為德鐵的數位化做出了相當的貢獻。



圖 33 MindBox 辦公室

MindBox 為了推動德鐵之數位轉型，其創新業務之核心是 StartupXpress「加速器計畫」(Accelerator Program)。德鐵為新創公司之技術和理念，提供了 25,000 歐元、三個月開發計畫期及免費使用之聯合辦公空間等資助。此外，另外提供參與加速器計畫的新創公司使用德鐵軌道路網系統測試其原型，亦許可運用德鐵相關資料庫、基礎設施、車輛、客戶資料等資源協助，並可獲得德鐵內外部專家指導、公司部門訪談等機會。

新創公司提出申請後，申請文件將由 MindBox 團隊審核，MindBox 相關單位負責評估並選擇最合適的團隊，並邀請申請者參加評選日或競賽活動。獲選之團隊必須與 MindBox 簽約(未獲選團隊將被加入 MindBox 連絡清單，以利將來合作之可能)，並確定未來開發和測試之創新方案。簽約後，獲選團隊將正式成為 MindBox 成員之一，並開始執行 StartupXpress 加速器計畫。

新創公司、MindBox 及德鐵三者緊密協作，定期聚會研商，於三個月計畫期限內完成新創品之 MVP (Minimum Viable Product，最初可行性之產品) 或第一個原型(圖 34)，待新創產品開發成果發表後，由所有德鐵相關人員評估成果並就延續合作做出決定。該計畫促使初創公司能夠將新創產品原型提升更高層次之水準，並進而促進德鐵各部門數位化業務之持續成長。

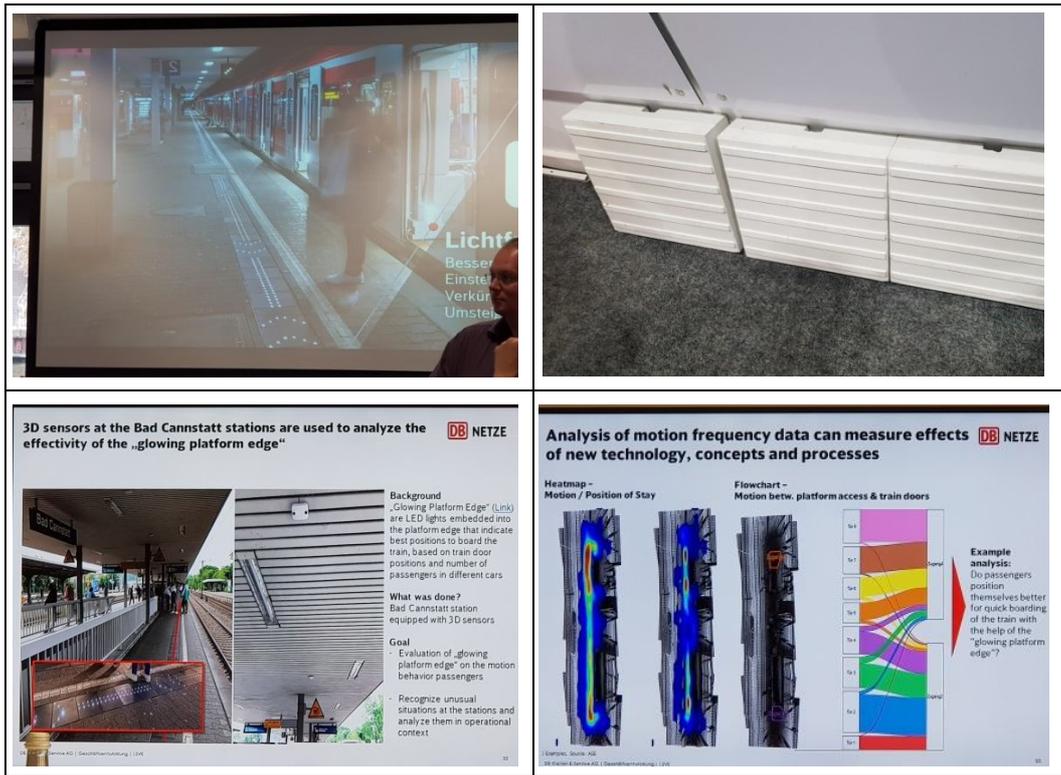


圖 34 創新發光 LED 磚(可用於引導旅客至較空之車廂)

### (3) DB Digital Ventures

除了 MindBox 對內輔助新創公司之創新產品之研發，德鐵對外，也主動對於新創公司成立了投資公司「DB Digital Ventures」(圖 35)。DB Digital Ventures 是德鐵對新創公司的投資管道，自 2016 年 DB Digital Ventures 成立以來，已經獲得了許多創新的成果。



圖 35 DB Digital Ventures 介紹

### 三、VR 技術在鐵路維修訓練上的應用

德鐵擁有歐洲最大的鐵路網，提供跨國境鐵路客貨運輸和物流服務。每天有超過 40,000 輛列車在其 33,300 公里長的路線上運營。對德鐵來說，現場許多設備的操作往往有許多複雜的工作流程；對員工而言，都必須接受適當的訓練後才得以現場操作。然而，現場實務操作的訓練通常受限於人數、場地及時間等種種限制，此外，對於操作上潛在的危險情況，往往無法以實際演練的方式予以練習或操作。

為了使員工能夠處理複雜的工作流程，德鐵成立了「Engaging Virtual Education (EVE)」(參與虛擬教育)(圖 36)：用於員工資格認證自行開發的 Virtual Reality(虛擬實境)培訓機構。在 VR 設備的幫助下，員工虛擬環境中練習所有操作。自 2018 年起，德鐵已陸續成立了 9 個培訓中心為員工提供 VR 設備輔助之實務訓練。

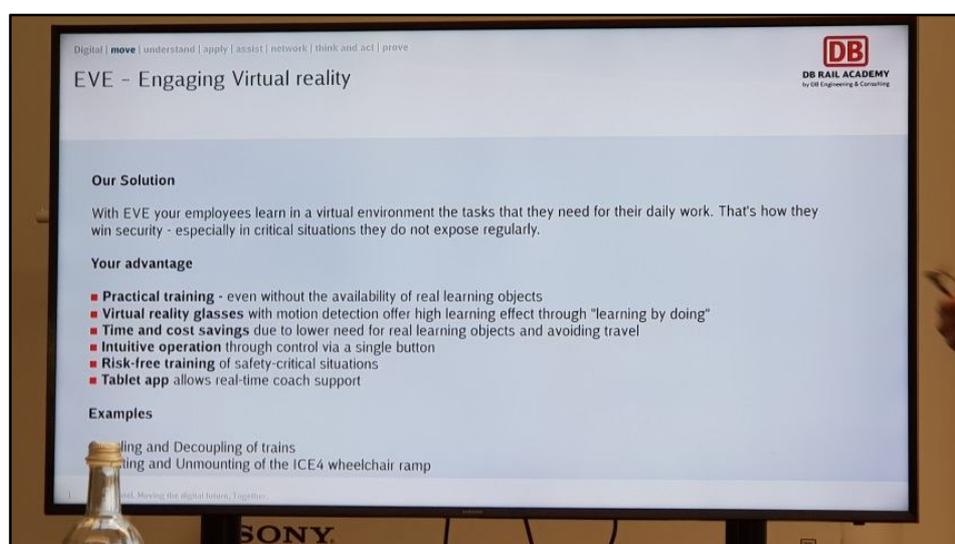


圖 36 Engaging Virtual Education 介紹

德鐵人員也現場展示說明如何利用 VR 來模擬操作列車如何連接(圖 37)，每個步驟都有其標準操作流程，若操作錯誤，會以紅色畫面警示。參訪人員也實際使用其模擬設備，3D 畫面及操縱非常的真實(圖 38)，其創新的教育訓練方式，值得臺鐵未來升級員工訓練中心之參考。



圖 37 利用 VR 來模擬操作列車如何連接



圖 38 參訪人員實際使用其 VR 模擬設備

#### 四、DB Rail Academy

DB Rail Academy 是德鐵對鐵路和運輸部門的培訓和教育單位，將德鐵多年累積之工程經驗及諮詢服務推廣至全世界。DB Rail Academy 將規劃、設計和運營鐵路系統所需的知識、技術和能力加以定義和開發培訓之標準(圖 39)。DB Rail Academy 課程可根據市場需求、國家、法律和在地文化等要求製作相關訓練課程，在完成訓練課程後也可授予證書認證(圖 40)。

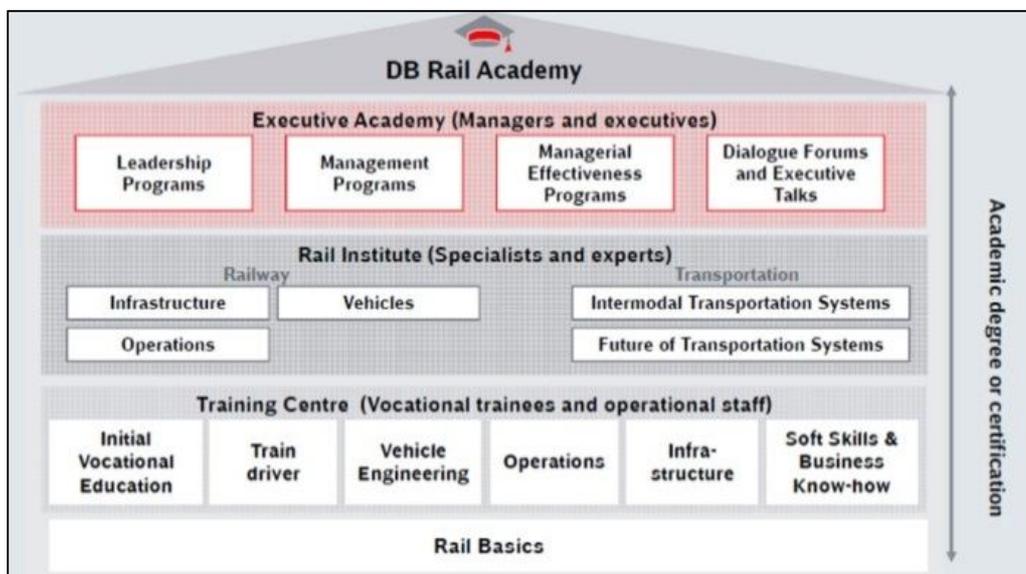


圖 39 DB Rail Academy 教育課程規劃

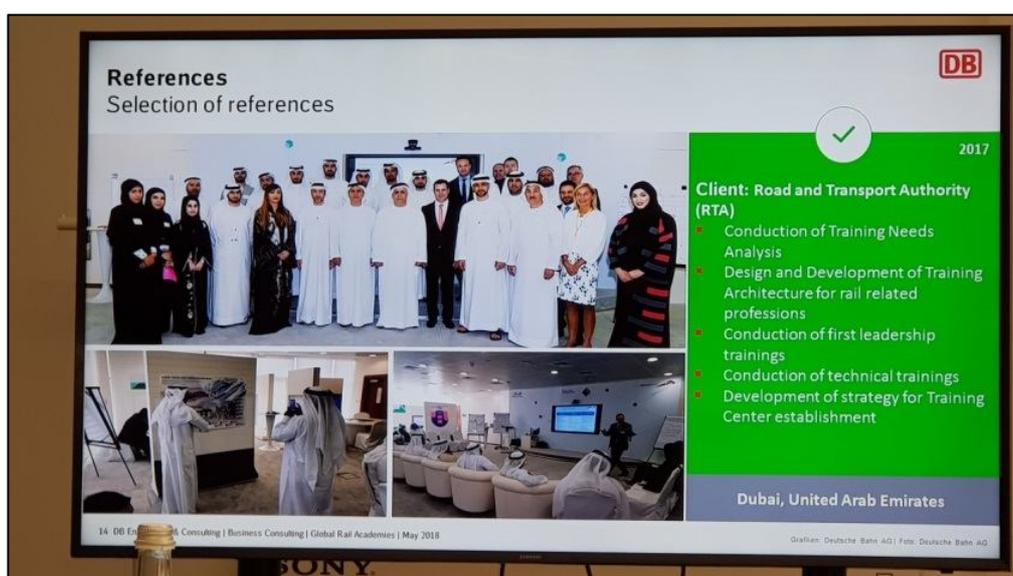


圖 40 DB Rail Academy 在杜拜成立教育中心

## 五、萊比錫輕軌運輸

### (一) 萊比錫 OCC 與能源(電力)監控站

德國全國設置 8 個分區行控中心，並於法蘭克福設全國總行控中心。萊比錫中央車站 (Leipzig Hauptbahnhof) 於 1915 年建成，擁有 24 個月台，平均每天有 15 萬人次使用該車站，為歐洲最大的火車站之一。參訪人員參觀萊比錫行控及中央能源監控中心，該中心於 1999 年建置，監管之營運里程長達 5,955 公里，每日有 4,600 輛區域列車、300 輛長途列車及 2,300 輛貨運列車投入營運(圖 41)。涵括 4 個路網調度區及 8 條路線調度區。

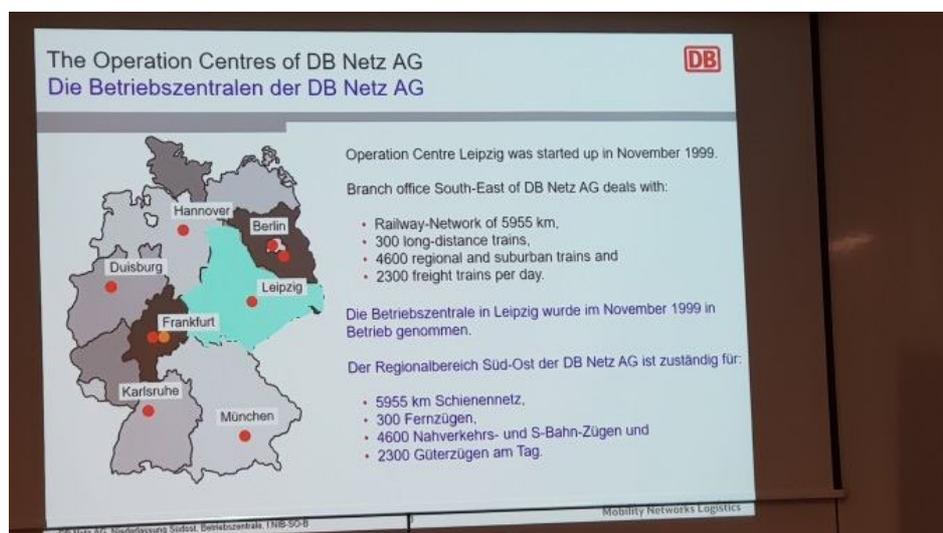


圖 41 萊比錫行控及中央能源監控中心介紹

萊比錫行控中心負責控制營運 1800 公里內 36 個電子聯鎖車站及 80 個號誌工作站，約有 300 名號誌員工 24 小時負責維修保養(圖 42)。另西門子及 THALES 系統維修人員派員進駐行控中心配合作業。

於車輛調度及號誌指令等皆由萊比錫行控中心統一指揮(圖 43)，設 1 名主任調度員統籌業務，並設 1 名緊急調度員處理緊急應變事務，兩者互為代理。調度運作已有自動排班功能，並隨實際運行狀況，自動排出即時調整運行表，提供

調度員調度參考。調度員每 2 年要接受體檢行控中心考慮值勤人員需長時間工作，於整體空間、燈光、設備等皆有設計規劃過，如緊急調度台電話，為了讓員工能提高辨識及協助接聽，在電話旁還加裝閃光燈裝置，電腦之鍵盤滑鼠貼有對應顏色標示，避免人員使用錯誤，各種設計上之巧思都值得臺鐵參考。

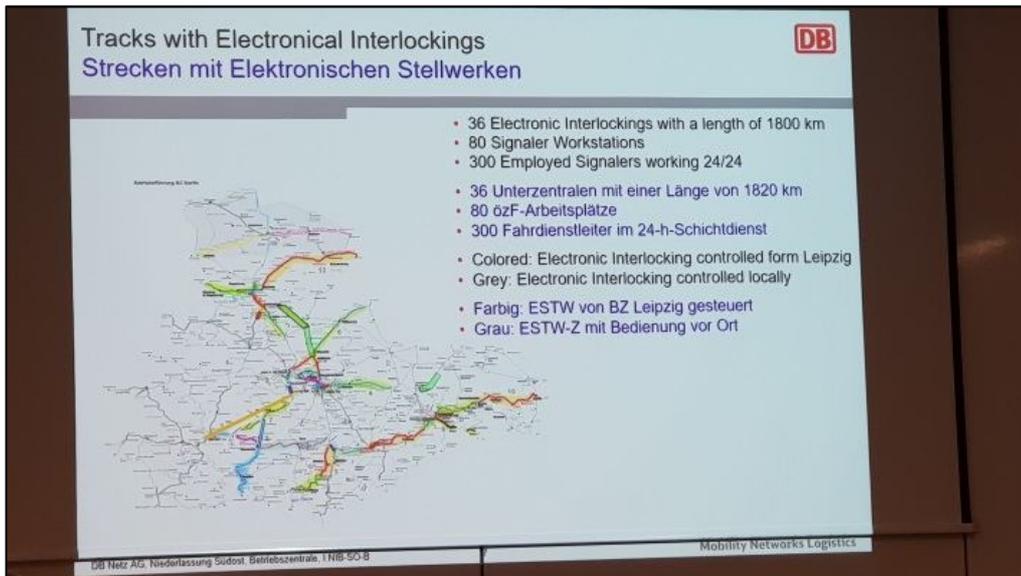


圖 42 萊比錫電子聯鎖介紹

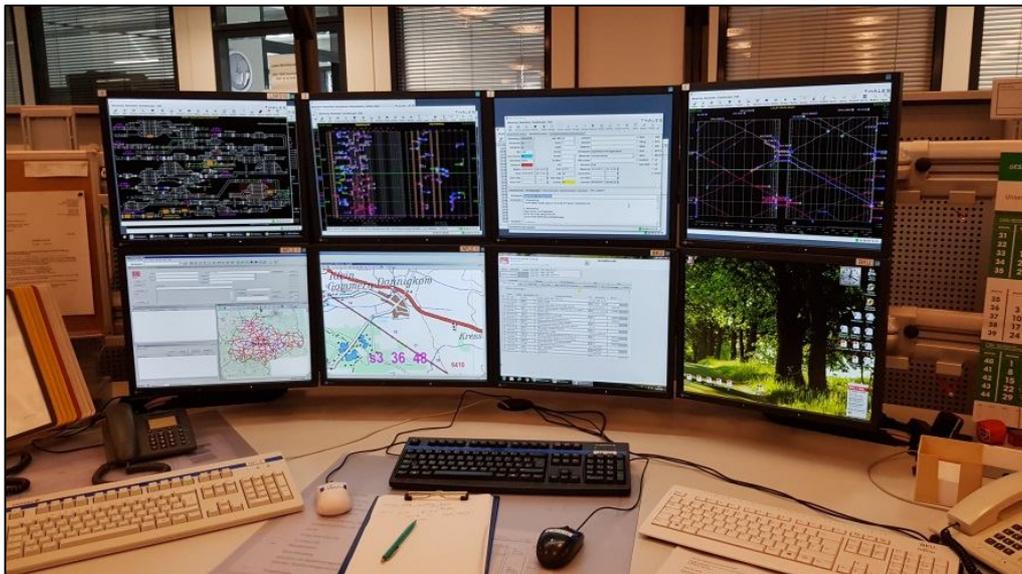


圖 43 萊比錫行控中心

萊比錫中央能源監控中心負責境內 7 個區域電力調配(圖 44)，中心電力皆為雙迴路設計，備有 UPS 裝置，若有停電情形發生，蓄電池可供應 3 小時電力備援，另有發電機輔助使用，確保監控中心系統正常運作。

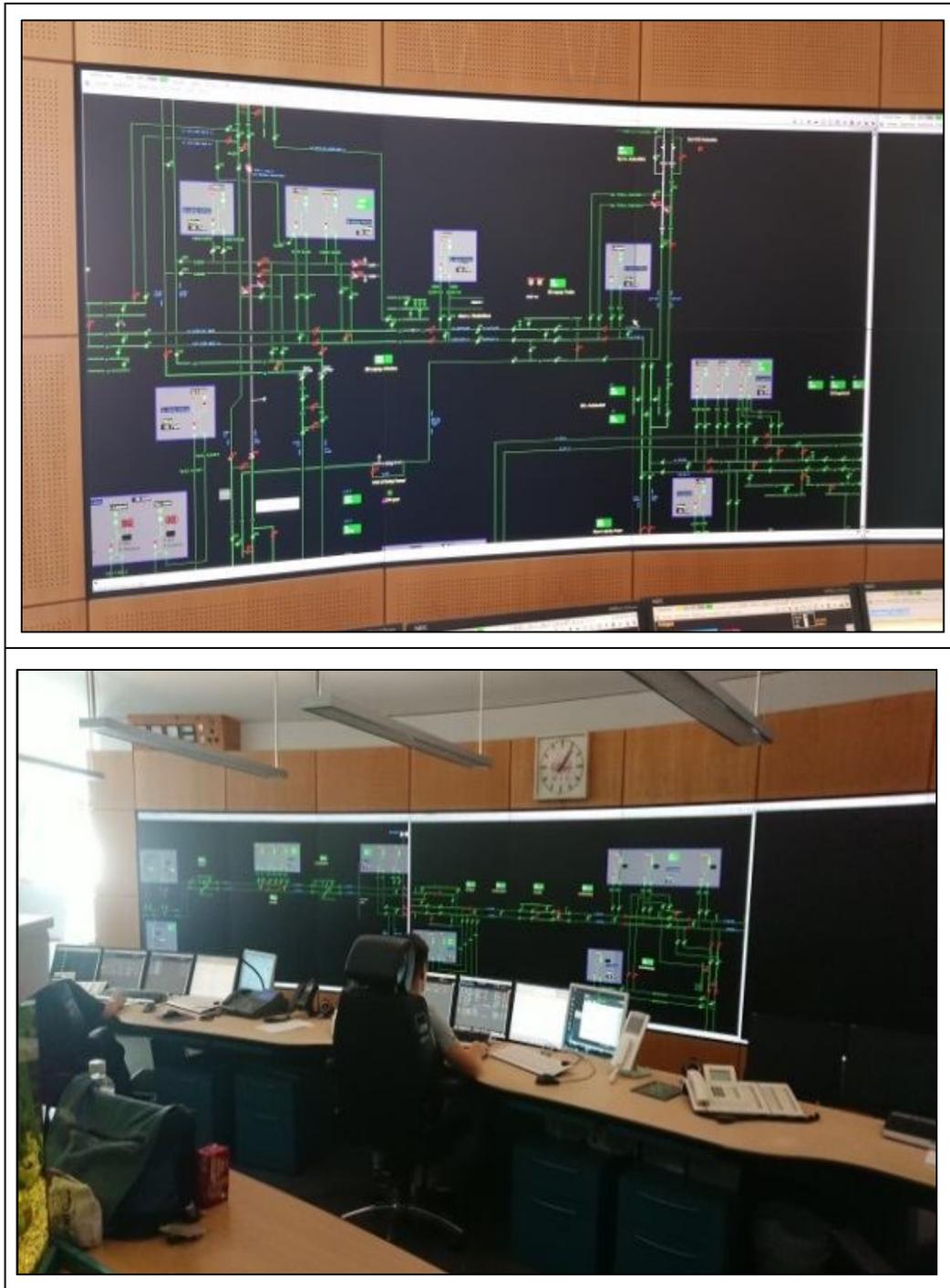


圖 44 萊比錫中央能源監控中心

## (二) 萊比錫輕軌運輸與維修基地

萊比錫為紓緩交通壅塞，鼓勵民眾搭乘大眾運輸用具，在當地建設有複雜的輕軌運輸，其輕軌電車軌距為 1458mm，為寬軌運輸系統。(圖 45)。

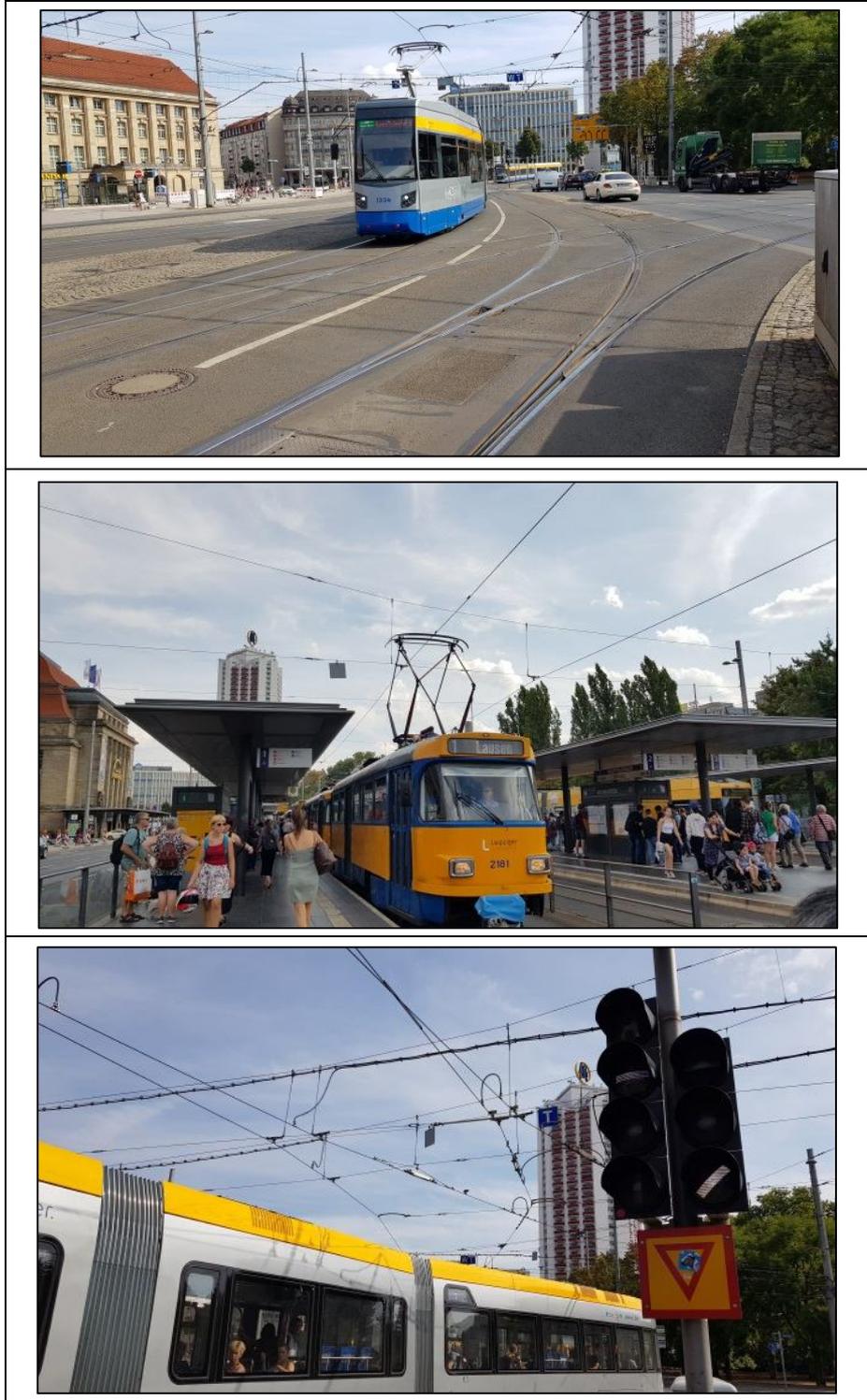


圖 45 萊比錫輕軌運輸系統

參訪人員來到位於萊比錫 Thekla 的 IFTEC 公司，IFTEC 公司為萊比錫運輸管理局(Leipziger Verkehrsbetriebe GmbH)（簡稱 LVB）及西門子公司的合資企業，負責維護及檢修車輛系統。

由 LVB 人員簡介萊比錫電車系統，LVB 擁有軌道，倉庫和土地等基礎設施以及所有車輛，持有萊比錫公共交通的特許經營權，負責萊比錫公共交通的組織、規劃和管理(圖 45-1)。



圖 45-1 萊比錫電車系統簡介

參觀其電車維修基地，內部大量採用木材建築，不同於鋼筋水泥建築，因木材質量較輕，因此基地內部可使用較細之支撐柱(圖 46)，使用空間相對增加。因為為開放式空間，基地內常有鳥類進入築巢，為了驅除鳥類，在基地入口裝飾老鷹模型(圖 47)，工作人員表示成效良好。

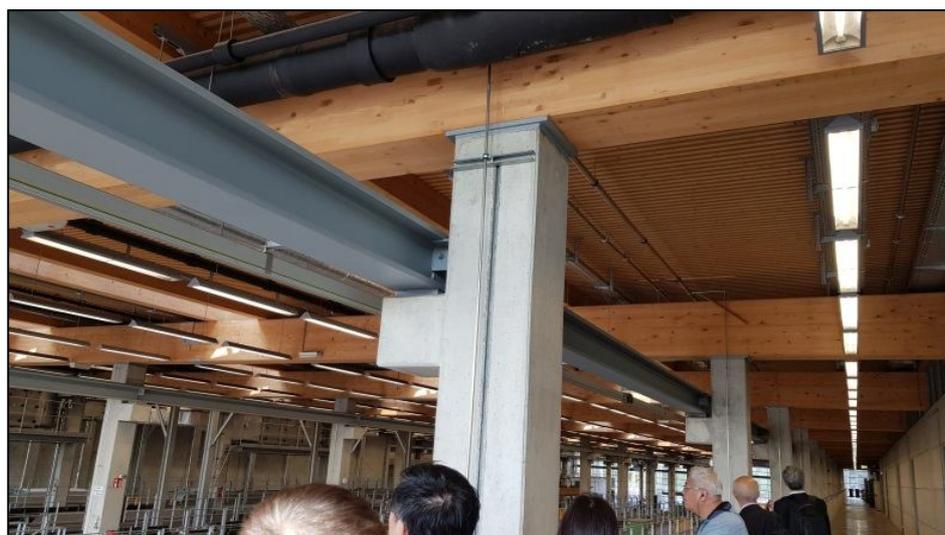


圖 46 維修基地內部大量採用木材建築

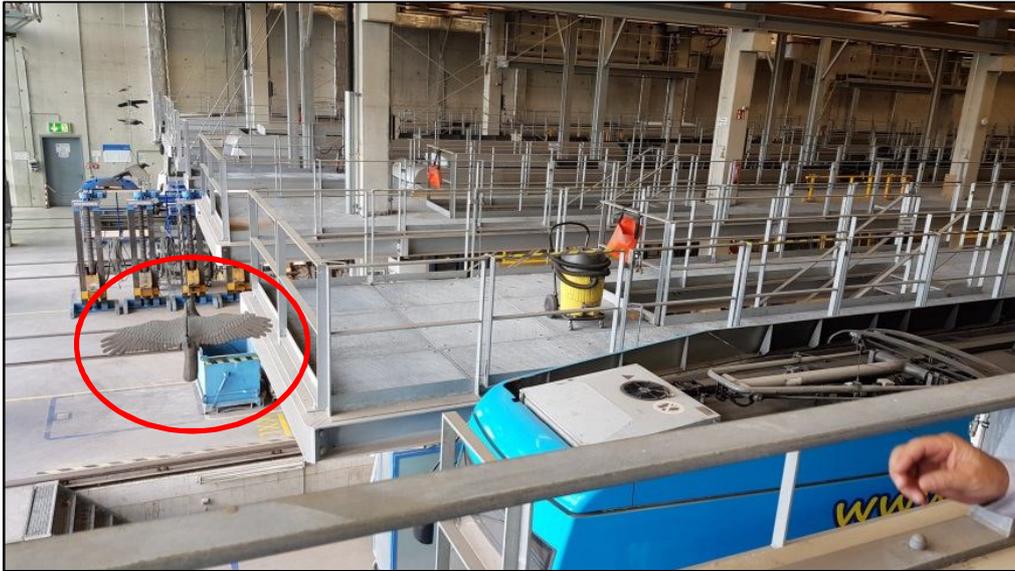


圖 47 維修基地入口裝飾老鷹模型驅除鳥類

## 六、法蘭克福中央車站與 DB System (SkyDeck)

### 法蘭克福中央車站

位於美茵河北岸的法蘭克福中央車站(Frankfurt am Main Hbf)為德國境內第二大車站，每日服務旅客超過 35 萬人次，車站建於 1888 年(圖 48)，站前廣場建築與車站鋼結構玻璃頂(圖 49)，有其歷史價值，經由德鐵人員之解說，該車站為終點式車站設計，對於車輛之調度極為不便，為增加運量，德鐵已計畫於 2019 年起投入 10 億歐元增闢 3 股道及改為通過式車站。



圖 48 法蘭克福中央車站建於 1888 年

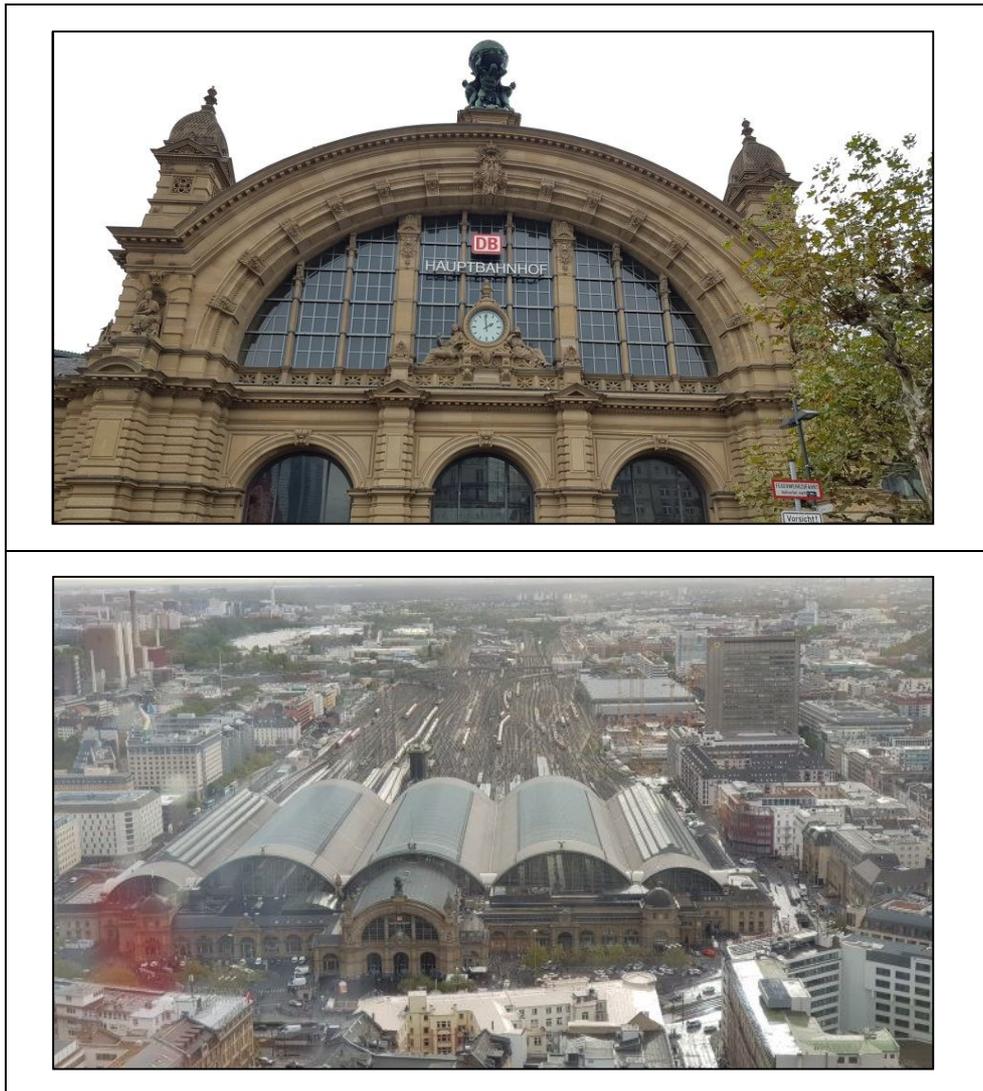


圖 49 鋼結構玻璃頂及終點式車站設計

站內電車線絕緣碼子有加裝特殊環狀爪型裝置(圖 50)，德鐵人員說明這可防止老鼠蛇類等動物入境電車線造成故障。



圖 50 絕緣碼子加裝特殊環狀爪型裝置

## DB System (SkyDeck)

DB System 總部設在美因河畔法蘭克福，擁有 3900 名員工，是德國 ICT (Information and Communication Technology，信息和通訊技術)服務提供商之一。SkyDeck 位於 DB System 大樓內第 30 層，是 DB System 的創意核心。有別於 MindBox 對外發展，Skydeck 類似公司內部的一個創新研發的中心，在這裡，除了不定期邀請各領域之專家學者辦理研討會，員工也在這裡藉由討論激發出新思維(圖 51)。

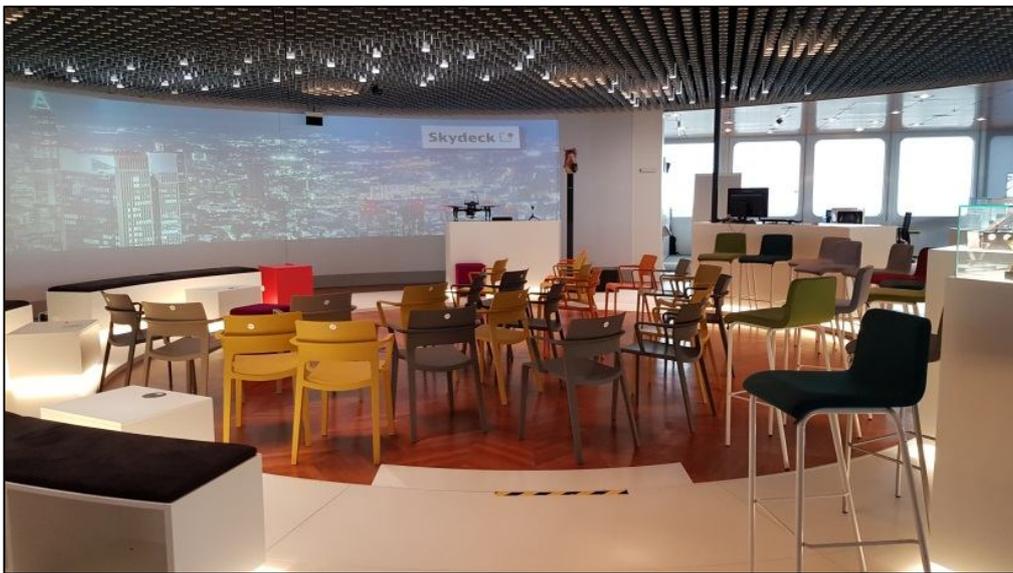


圖 51 Skydeck 會議室

德鐵一直思考要如何讓員工面對不熟悉的設備來進行檢修工作？德鐵嘗試利用了 AR、VR 技術來輔助學習。現場介紹了 AR (Augmented Reality，擴增實境)、VR(Virtual Reality，虛擬實境)之技術(圖 52)，目前雖然只是試驗性階段，未來德鐵希望將此技術可應用在現場軌道設備維修之輔助。

此外，Skydeck 展示了利用聲音辨識物品的技術，德鐵人員表示利用所收集各種設備運作聲音建立資料庫數據，可將設備(如電扶梯)所發出之不正常運作之聲音比對辨識出故障情形，進而通知人員進行維修(圖 53)。



圖 52 利用 AR、VR 技術來輔助學習

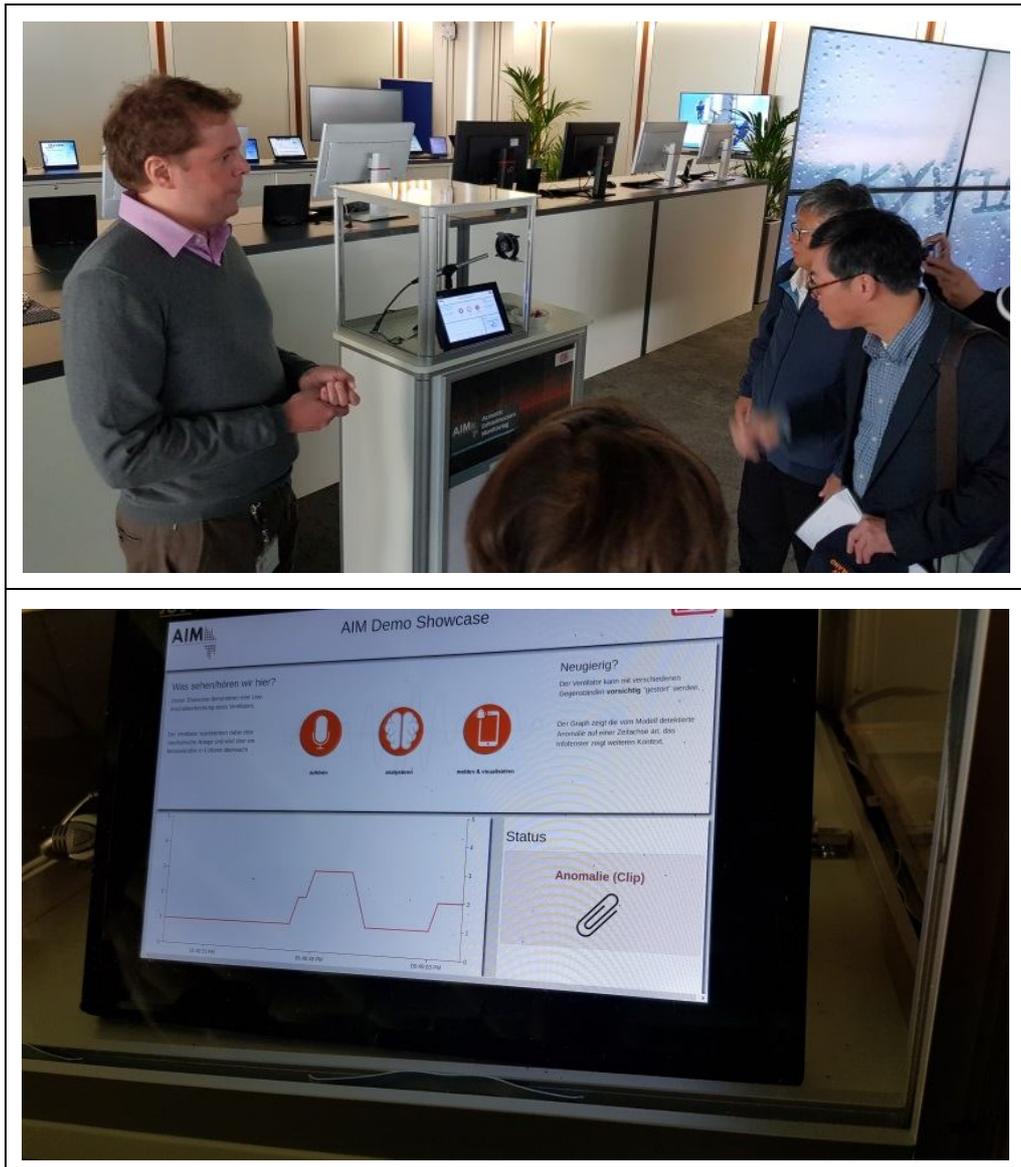


圖 53 利用聲音辨識物品

## 肆、考察心得與建議事項

### 一、考察心得

本次參訪 InnoTrans 2018 德國柏林國際軌道及交通運輸設備展及德國鐵路 (DB)，對於世界各國專業廠商持續於軌道技術之創新，並有幸由鐵道局安排相關行程與交通部會同考察德鐵各單位，謹就參訪期間所見及獲得觀念與知識，彙整心得與建議摘述如下，以供參考。

## 1. 多重軌道之複合式車站

柏林中央車站(Berlin Hauptbahnhof)為歐洲最大的高架車站，也是高架與地下交會之立體化車站，結合長途及區域運輸列車(ICE)、地市快鐵(S-Bahn)、地鐵(U-bahn)及巴士停靠站等，車站主體充分運用了玻璃帷幕及鋼骨結構(圖 54)，在整體視覺上充滿了現代感的律動及流暢。

車站內結合購物及飲食等商場，使南來北往的人們可駐足於此，迎光面之帷幕設置太陽能光電板，每年可產出 16KW 電力供車站使用，藉由玻璃帷幕的透光性，大量採用自然光源，使車站呈現出明亮寬敞的感覺，展現智慧綠建築功能，極具本局未來興建或改建車站之參考價值。



圖 54 柏林中央車站

## 2. 軌道的隔音設置

臺鐵沿線對於噪音之防治多以隔音牆解決，但對於軌道上卻少有著重，德國鐵路為了減少列車進、出站時軌道與車輪磨擦之噪音，於鋼軌旁設置消音磚(圖 55)，可有效降低噪音對沿線居民之影響。



圖 55 軌道的隔音設置

### 3. 車站周邊提供多元運具之充電服務

與臺灣海島型氣候不同之處，德國境內陽光充足，德鐵也充分的利用此特性，於車站周邊建置了許多以太陽能發電之充電設施(圖 56)，可增加使用環保運具之民眾搭乘德鐵之意願。



圖 56 太陽能發電之儲存電能設施



圖 56-1 電動車輛之充電設施

#### 4. 德鐵之企業化經營

面對歐陸及各項交通運具開放市場的環境競爭，德鐵提出數位化長期發展策略，以旅客服務面、設施安全面及數位新創面等推動三主軸，積極推動多角化的經營與分工，展現了一流企業的決心，透過工業 4.0 及數位化轉型，吸引及輔導民間企業之參與，使德鐵可處於領先世界之地位。

#### 5. 德鐵人才之培訓

本局對於人才之培訓多以調訓方式集中於北投訓練中心授課，較少產學合作之發展，然技術之傳承需要時間及經驗之累積，德鐵同樣也面臨人力斷層之情形，為此，德鐵除設立專職之教育機構之外，配合 VR、AR 之輔助教具，使技術得以熟稔，此外，在參訪萊比錫行控中心時發現其調度人員非常年輕（34 歲），已有 12 年以上工作經驗，該員工表示在學校念書時已進德鐵實習，畢業後就來德鐵工作，目前可勝任二種以上不同之工作，德鐵對於員工的重「質」不重「量」確實值得本局在未來員工培訓上加以參考(圖 57)。



圖 57 調度人員及值班台

## 6. 世界級軌道及交通運輸設備展

全球軌道交通產業日新月異，每二年在柏林所舉辦之展覽更是吸引了世界各國之專業廠商前來參展、交通規劃機構與軌道運輸業者前來參訪，會場中見習各國軌道新產品之展示、軌道技術之創新及專業服務之發展，歐洲、美洲及亞洲各國對於軌道產業快速發展情形，未來在臺鐵局之營運設備、服務品質與系統安全之提升等皆有甚大益助與借鏡。

## 二、建議事項

### (一) 號誌狀態遠端監控系統

鐵號誌設備已建置多年，當時各設備皆未有「監控」之概念，只有故障發生後檢出之功能，這將對行車營運造成影響，維修人員也無法達到「預防性保養」。未來臺鐵採購號誌設備時，將檢討納入相關設施設備之監控規範，如轉轍器可將電壓、電流及扳轉過程等資料內建於系統設備中，之後再整合於電子聯鎖之號誌作業系統。當監控設施發出號誌系統異常訊息時，即可先通知就近之號誌維修人

員前往查驗檢修，可將設備做預防性檢測，也可大幅縮短維修時程，有助於臺鐵行車保安之提升。

## (二)CTC 中央控制行車系統設置

目前臺鐵局CTC 中央控制行車系統於 2004 年「鐵路行車保安設備改善計畫」案中建置完成，當時僅作車輛調度使用，未將監控設計狀態整合。未來升級第三代CTC 中央行車控制中心遷建完成後，新設 CTC 系統可結合電力遙控系統(SCADA)、車站錄影監視系統、平交道錄影監視系統、邊坡資訊監控及 ATP 遠端監控顯示等，使中央行車控制中心能即時掌握列車與基礎設施等相關訊息，以因應未來營運成長，維持高密度列車運轉調度之安全性與運轉效率。並規劃行控中心與災害災防緊急應變中心即時共享各項資訊，支援災防應變決策使用。另建構自動行車時點紀錄、準點率分析、自動運轉資訊整理、票務系統、乘務人員排班派遣管理系統、客貨編組運用管理系統及旅客資訊發佈系統等功能，使調度員能管轄(監控)範圍更廣，對軌道運輸調度更即時，對緊急應變更效益。

## (三)號誌聯鎖系統更新

臺鐵號誌系統為 ETCS Level 1 等級，站與站之間為固定閉塞距離，縱貫線北段(樹林~七堵間)為環島鐵路網絡列車密度高最高區域，成為最大之瓶頸路段，目前路線運能已趨近飽和的情況下，再加諸鐵路立體化軌道數減少及新增捷運化車站等因素，影響鐵路運量運作與調度甚鉅；又擴增軌道數工程、經費與用地等困難度甚高，提升列車班次幾不可行。參考國外號誌系統發展趨勢，臺鐵局電務智慧化計畫將號誌系統升級至 ETCS Level 2 等級列為優先評估項目之一，號誌閉塞由固定區間進化至虛擬區間，列車與列車間班次可有效縮短，將可適度提升鐵路運能亦可增加安全性。

## (四)基礎設施監控與預警系統

有鑑於德鐵對於站場、站間各設備之監控與預警顯示等安全提升措施列為該公司推動數位化最首要項目之一，臺鐵局鐵路行車安全六年計畫與前瞻計畫建構整體性安全提升計畫，規劃建置各項基礎設施之監控與預警系統，如購置高速設備檢查車，定期巡檢電車線劣化或偏位等情形；建置軌道與道岔軌(軸)溫感測設施，並訂定軌(軸)溫監視標準；建立橋梁、隧道及邊坡等土建設施之監控預警系統，並研訂統籌管理機制；建立異常氣候地理資訊管理系統，並訂立預警作業標準；建置平交道障礙物自動偵測系統等各項工程。係以全生命週期之概念建立鐵路基礎設施之完整基本資料庫，再透過大數據之整合及追蹤、及應變系統化管理橋梁及隧道口及平交道遠端監控等，將以上資訊整合於預警系統內分析，推動全方面路線智慧化監控管理系統，將是未來全面提升路線安全之關鍵。