

出國報告:其他

「臺鐵南迴鐵路臺東潮州段電氣化工程
建設計畫」赴國外辦理號誌系統第2梯期
中設備檢查作業報告

服務機關：交通部鐵道局

姓名職稱：機電技術組 簡派正工程司 溫志輝

東部工程處號誌隊 隊長 蕭正偉

派赴國家：德國及奧地利

出國期間：107年9月18日至107年9月30日

報告日期：107年11月

摘要

系統職別號: C10703479

本案「K001 標『臺鐵南迴鐵路臺東潮州段電氣化工程建設計畫』系統機電統包工程」工程範圍包括臺鐵局屏東線之潮枋段及南迴線全線，路線跨臺東縣及屏東縣境，為環島電氣化鐵路最後一哩路，完成後可發揮環島鐵路動力一元化、鐵路快捷化、建立新電力系統並更新電訊及號誌系統以提升系統機電之可靠度。配合行車速度提升從 110km/hr 提升為 130km/hr，減少運行時間，提高行車效率。

本工程鐵路號誌系統工程為國內第一次引進集中式電子連鎖系統，為確保行車安全最核心之系統，各子系統間採網路連接，各個道旁設備採 IP 模組化方式、線路光纖化以避免電化干擾、連鎖主機伺服器集中化，列車偵測採符合 SIL4 之雙計軸系統，建構成具備可靠性（Reliability）、可用性（Availability）、可維修性（Maintainability）及安全性（Safety）的完整系統。

本次係辦理第 2 梯次計軸設備之期中檢查，為落實旨揭工程案第一級及第二級品質管理制度，深入查驗設備於工廠生產、測試等程序，依「公共工程施工品質管理制度」之規定，故派員出國至設備之生產工廠，實際參與設備生產、查核、檢驗及測試等過程，並執行「性能檢驗測試」及「製成品質查驗」等相關工作，至奧地利 Frauscher 公司辦理計軸設備中間檢查，並參訪歐洲鐵路車站。檢查期間，適逢德國柏林舉辦兩年一度的「國際軌道及交通運輸設備展」，為利爾後軌道技術發展及規範制定等業務執行，遂經報核同意順道參訪此次於德國柏林辦理之國際鐵道展拓展視野，以為未來綜合規劃、設計及施工參考。

目次

壹、出國期中檢查依據及目的.....	7
一、考察依據	7
二、考察目的	7
貳、行程概要.....	9
參、參訪過程.....	11
一、INNOTRANS 2018「柏林國際軌道及交通運輸設備展」參訪.....	11
肆、計軸設備期中檢查	21
一、 FRAUSCHER 工廠參訪	21
二、 FRAUSCHER 公司計軸器期中檢查	24
三、 FRAUSCHER 工廠計軸器檢驗測試流程	25
伍、奧地利國鐵(QBB)調車場計軸器實績考察	29
陸、心得與建議.....	32
一. 心得	32
二. 建議.....	33
柒、與會照片集錦.....	34

圖表目錄

圖 3-1 搭車由 Messe Berlin 車站至 InnoTrans 展覽之訪客.....	11
圖 3-2 MESSE BERLIN InnoTrans 2018 展覽場	12
圖 3-3 InnoTrans 琳瑯滿目展出項目	13
圖 3-4 Voestalpine 公司之 UNICS[2]計軸器及道旁無電子計算單元.....	14
圖 3-5 計軸頭與連接之纜線設計為插拔式方式.....	15
圖 3-6 Thales 公司新一代的 Lite4ce™光纖輪軸感應器	16
圖 3-7 Thales 公司會場及陳列於現場之 Lite4ce™光纖計軸器.....	17
圖 3-8 印度商 G.G. Tronics 公司設置在日本信號公司展覽區，機架亦有 NIPPON SIGNAL LOGO.....	17
圖 3-9 G.G. Tronics 2003 之計軸設備架構.....	18
圖 3-10 Frauscher 公司展場及現場	19
圖 3-11 Frauscher 智慧型計軸器	20
圖 4-1 Frauscher 公司正門及位於 Frauscher 公司之研發中心.....	21
圖 4-2 計軸器利用繼電器介面(Relay Interface)與聯鎖系統介接	22
圖 4-3 計軸器利用軟體介面(Software Protocol)與聯鎖系統介接	22
圖 4-4 進入工廠參觀時須先換裝、穿鞋套及測試身體是否有靜電.....	23
圖 4-5 計軸器之半成品.....	23
圖 4-6 計軸器自動化灌封(Potting).....	23
圖 4-7 計軸器環境的耐溫測試	24
圖 4-8 FAdC Shelf 電路板測試	24
圖 4-9 Frauscher 講解電路板測試過程.....	24
圖 4-10 計軸器出場前最終功能測試.....	24
圖 4-11 計軸設備自動化測試	24
圖 4-12 計軸設備待出貨包裝之倉庫.....	24
表 4-1 計軸設備預計第二批進場設備清單	25
圖 4-13 FRAUSCHER 工廠期中檢查啟始會議.....	25

圖 4-14 FRAUSCHER 工廠計軸設備廠驗流程	26
圖 4-15 FRAUSCHER 工廠計軸設備系統測試流程.....	27
圖 4-16 計軸設備 FadC 組態 LAYOUT	28
圖 4-17 與 Frauscher 技術人員核對抽驗之設備與自主檢查資料	28
圖 5-1 危害告知單收執聯及調車場號誌設備考察	29
圖 5-2 沿線電纜槽施工品質良好	30
圖 5-3 臨時電纜使用硬殼塑膠保護管防護	30
圖 5-4 既設之就地控制盤及新設之行車室設施	31
圖 7-1 InnoTrans 2018 會場	34
圖 7-2 InnoTrans 2018 參訪日本信號及京三公司	34

壹、出國期中檢查依據及目的

一、考察依據

為「K001 標『臺鐵南迴鐵路臺東潮州段電氣化工程建設計畫』系統機電統包工程」，辦理第 2 梯次號誌系統設備期中檢查作業，業經交通部 107 年 5 月 9 日交人字第 1070012917 號函同意派員出國辦理期中檢查作業，本次出國日期從 107 年 9 月 18 日至 9 月 30 日共計 13 天。

二、考察目的

本案「K001 標『臺鐵南迴鐵路臺東潮州段電氣化工程建設計畫』系統機電統包工程」，其中號誌系統號誌工程範圍北起潮州站上行進站號誌機處（屏東線里程 K40+394）至知本站下行進站號誌機處（南迴線里程 K86+214），主要工作項目為新設電子聯鎖裝置、號誌設備控制器、計軸器設備、電源設備、平交道監控及號誌機房監視設備等。而本次期中檢查作業主要針對計軸器設備，計軸器設備應用於偵測列車佔用軌道之狀況，提供號誌聯鎖裝置系統做為控制顯示用，包括設計、製造、工廠測試、運送、供應、安裝、工地測試及整合測試等，使整體號誌系統發揮正常功能，達成確保行車安全、提高運轉效率之目標。因本次作業適逢德國柏林舉辦兩年一度的「國際軌道及交通運輸設備展」，為利爾後軌道技術發展及規範制定等業務執行，順道參訪以獲取新知，可做為後續新建工程之借鏡。

本次參訪於奧地利 Frauscher 公司辦理計軸設備期中檢查，參與檢查之單位有監造單位：台灣世曦工程顧問股份有限公司、獨立驗證及確認(IV&V)單位：雷卡多公司及獨立安全評估(ISA)單位：漢德 TUV NORD 公司、統包廠商日本信號公司、FRAUSCHER 計軸設備台灣代理商神通公司及 FRAUSCHER 工廠相關人員。該公司位於奧地利謝爾丁(Schärding)之製造廠，工廠人員約 230 人，負責 Frauscher 公司全球鐵道設備之製造、組裝及測試。Frauscher 公司主要的產品為輪軸偵測系統(Wheel detection systems)、計軸器(Axle counting)和追蹤系統(Tracking system)；Frauscher 公司每年約生產 20,000 個計軸器，工廠最大產能可以每年生產 30,000 個計軸器；其產品之研發、模擬及分析皆於其廠內於 2016 年新建之研發中心進行，相關設備亦於廠內進行封膠、組裝、調整及測試。本案主要目的為依計軸器設備規範確認該公司使用於本案之 FAdC R2 系列計軸器，從設計、製造、組裝及測試均符合 EN50126、EN50128、EN50129 及 EN50159-1 等各項規定並達到 SIL4 之要求，透過參訪之機會學習國外設計、模擬與材料管控均採用電腦系統整合管理，該整合方式可

產出最佳化設計與精準材料管理，減少設計與材料生產間界面，提高設計效率，減少人員管理可做為國內參考借鏡。

貳、行程概要

本次 Frauscher 工廠計軸設備期中檢查參與人員有交通部鐵道局機電技術組溫簡派正工程師、東部工程處號誌工程隊蕭隊長正偉、台灣世曦工程顧問股份有限公司楊宗平正工程師、獨立驗證及確認(IV&V)單位：雷卡多公司王耀德經理、獨立安全評估(ISA)單位：漢德 TUV NORD 公司高鵬准專案經理、統包廠商日本信號公司張紘齊經理、FRAUSCHER 計軸設備台灣代理商神通公司謝德明處長，係針對廠商預計第二批進場之枋寮站、加祿站、枋山站及枋野站計軸設備辦理期中檢查，並順道參訪此次於德國柏林辦理之國際鐵道展。

本次行程 INNOTRANS「柏林國際軌道及交通運輸設備展」參訪及期中檢查期間為 107 年 9 月 18 日至 9 月 30 日；參訪地點為德國柏林(MESSE BERLIN)，參訪的主要號誌對象係以歐洲及日本國際知名號誌廠商，包括 Siemens、Thales、Bombardier、Voestalpine、Kapsch、Frauscher、日本信號、日本京三公司等，係針對各廠商所新研發之號誌設備及功能等進行研討。期中檢查地點為位於奧地利謝爾丁(Schärding)之 Frauscher 工廠，係針對「K001 標『臺鐵南迴鐵路臺東潮州段電氣化工程建設計畫』系統機電統包工程」所核定之 Frauscher 公司計軸設備進行檢查，確認 Frauscher 公司其設備於設計、生產、製造至設備出廠之自主品管及功能測試符合相關程序及規定；整體參訪行程內容如表 2-1 所示：

表 2-1 「臺鐵南迴鐵路臺東潮州段電氣化工程建設計畫」赴國外辦理號誌系統第 2 梯期中設備檢查行程表

日期	行程概要
第 1 天 107/9/18(星期二)	搭機由桃園國際機場至香港國際機場轉機至慕尼黑
第 2 天 107/9/19(星期三)	上午：由慕尼黑國際機場搭機至柏林 下午：INNOTRANS「柏林國際軌道及交通運輸設備展」參訪
第 3 天 107/9/20(星期四)	INNOTRANS「柏林國際軌道及交通運輸設備展」參訪
第 4 天 107/9/21(星期五)	INNOTRANS「柏林國際軌道及交通運輸設備展」參訪
第 5 天 107/9/22(星期六)	移動日 由柏林搭乘 ICE 至慕尼黑
第 6 天 107/9/23(星期日)	資料整理
第 7 天 107/9/24(星期一)	由慕尼黑搭乘接駁車至 Frauscher 公司， 進行期中檢查啟始會議及計軸設備期中檢查
第 8 天 107/9/25(星期二)	計軸設備期中檢查
第 9 天 107/9/26(星期三)	計軸設備期中檢查及期中檢查 Close Meeting
第 10 天 107/9/27(星期四)	奧地利國鐵(QBB) 號誌設備及計軸器實績考察
第 11 天 107/9/28(星期五)	資料整理
第 12 天 107/9/29(星期六)	搭機由維也納國際機場至香港國際機場
第 13 天 107/9/30(星期日)	香港機場飛抵桃園機場

參、參訪過程

一、InnoTrans 2018「柏林國際軌道及交通運輸設備展」參訪

InnoTrans 是每二年舉辦一次之國際軌道及交通運輸科技設備展，在軌道技術界之專業展中已居無可取代的領導地位。根據歐洲鐵路行業聯盟（CER）與羅蘭貝格戰略諮詢公司（RolandBerger）的調查統計，目前全球鐵路市場總額為 1,033 億歐元，產業年增長率為 1.5 - 2%，十年後的鐵路市場增幅將達到 20%左右。歐洲鐵路工業每年銷售額為 600 億歐元左右，佔世界總量的 70%，而柏林位於歐洲中部，不為德國交通運輸製造業最集中的城市，在此亦匯集了全球 220 家世界知名軌道交通技術公司，承辦各地大規模的軌道相關工程，因此 InnoTrans 展覽自開辦以來，已迅速成為全球軌道交通產業最大規模展覽。

InnoTrans 也是全球最重要的鐵路行業創新與交流平臺，在 InnoTrans 的展覽會場，來自世界各國的交通運輸展覽商利用這個專屬平臺，向全球業者展示其產品服務範圍以及符合未來需求的最新交通解決方案。在本次 2018 年的 InnoTrans 展覽會上，各國的企業和機構都推出各自的新產品、新系統和新服務，還包括來自 17 個國家全球最重要的 33 個工業協會和行業組織。參展商中的三分之二都來自德國境外，其中最多的來自法國、義大利和中國，各國的參訪者可以透過此展覽，瞭解交通業各個領域的最新發展情況和未來前景。

本次 InnoTrans 2018 展覽共計有來自 61 個國家共襄盛舉，並吸引全球破紀錄的 149 個國家約 161,157 人之專業人士來參觀，展覽場商和參訪人數都創下了歷史的新高，亦顯示 InnoTrans 在國際展覽地位的領導地位。



圖 3-1 搭車由 Messe Berlin 車站至 InnoTrans 展覽之訪客

InnoTrans 柏林展覽場(Messe Berlin)為了能負荷來自各地龐大的展覽商及參訪者，其展覽場地共佔地 20 萬平方公尺，本次規劃共有 41 個展覽場(hall)、2,995 個展覽廠商及約 5,834 種產品；InnoTrans2018 展覽期間為 107 年 9 月 18 日至 107 年 9 月 21 日，共 4 天，展覽共分 5 大主題：

1. 鐵路技術(Railway Technology)
2. 鐵路基礎建設(Railway Infrastructure)
3. 公共運輸(Public Transport)
4. 內部設計(Interiors)
5. 隧道工程(Tunnel Construction)



圖 3-2 MESSE BERLIN InnoTrans 2018 展覽場

本次展覽所展出項目琳瑯滿目，舉凡**軌道技術**之客貨運交通工具（鐵路、捷運、地鐵、輕軌系統、聯結車）、交通工具元件及零組件（軌道、傳動裝置、機電系統、聯結器、煞車）。**大眾公共運輸技術**之固定設施、旅客資訊系統、售票系統、安全管控、停車區管理、交通管理、通訊、資料處理。**內裝設計**之軌道車輛及公車內裝、殘障設施、照明、地板、行李架、扶桿、乘客操作系統等及**隧道工程**之隧道工程機械設備及相關器具、鑽孔機械及技術、防火系統、保養維修等，皆有展出。

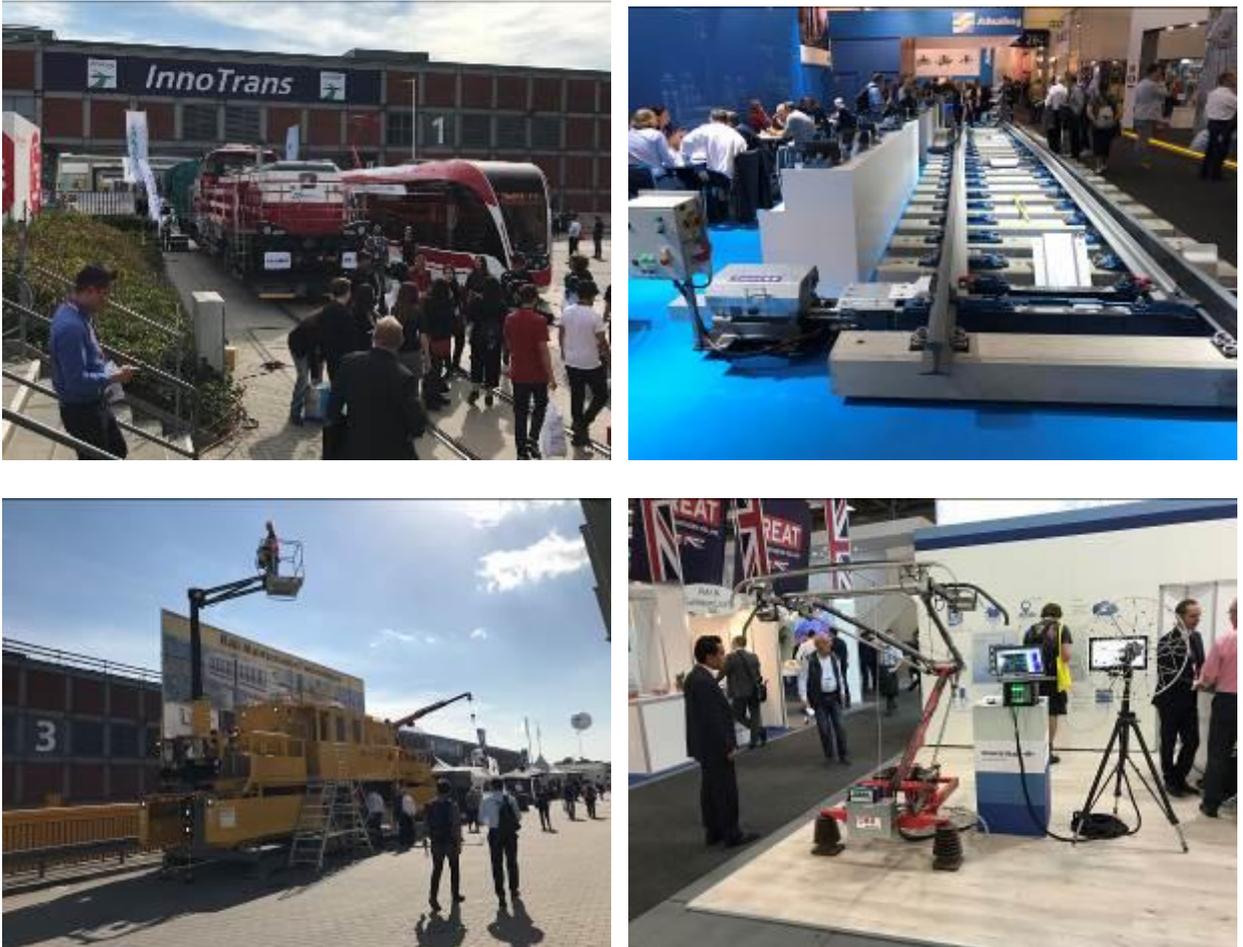


圖 3-3 InnoTrans 琳瑯滿目展出項目

本趟行程主要是計軸設備之期中檢查，在 InnoTrans 僅安排 2 天半的參訪時間。參訪主要是以鐵路號誌系統為主，而本報告係針對計軸系統討論，藉由參展以發掘/瞭解市場上除目前台鐵局既有設備廠商外，其他可符合台灣鐵路號誌規範之設備供應商及新一代軸器之發展為主；參訪紀要如下：

(一) 奧地利 Voestalpine 公司

Voestalpine 是奧地利的公司，其奧鋼聯集團(Voestalpine VAE GmbH)主要是提供

鐵路道岔技術解決方案的企業，其產品包括：道岔、高硬度鋼軌及車輛監視設備等。奧鋼聯集團(Voestalpine VAE GmbH)在全球有超過 50,000 名員工，旗下之 Voestalpine SIGNALING 集團主要是負責設備監控技術和信號解決方案，本次主要是針對其計軸設備系統進行瞭解。

Voestalpine SIGNALING 集團生產的號誌設備有很多，舉凡轉轍器、尖軌鎖定設備、道岔監控設備、計軸器等；本次 Voestalpine 所展覽的是其公司最新一代之 UNICA[2]計軸系統，此系統是搭配 UNICS[2]計軸器和多功能 AXM 機組，針對其特性說明如下：

- 可應用在主正線、副正線、站場、調車場及平交道等各種不同的環境
- 整體安全等級符合 SIL4 之規定，並符合歐洲電工標準化委員會 (CENELEC)EN50123、EN50128、EN50129 及 EN50129 Class3 標準。
- 可偵測列車速度為 0 km/h ~ 350km/h
- 使用電壓為 DC19V ~ DC72V
- 室內設備可耐溫度-30℃ ~ 70℃，濕度可根據 EN50125-3 規定達到 100% Class T1
- 計軸設備可使用繼電器界面(Relay Interface)、標準通訊協定界面(Serial Interface，藉由 VA-DTDS、SCI-TDS 或客製化通訊協定的乙太網路)及光介面(Opto-coupler Interface) 和聯鎖系統介接
- 計軸頭與連接之纜線設計為插拔式方式，若計軸頭或纜線損壞，只須單獨更換，不須整組更換
- 道旁無電子計算單元
- 系統可為集中式架構或是分散式架構
- 具有強大的系統監視和診斷功能



圖 3-4 Voestalpine 公司之 UNICS[2]計軸器及道旁無電子計算單元



圖 3-5 計軸頭與連接之纜線設計為插拔式方式

Voestalpine 公司已生產計軸器多年，雖然在台灣尚無安裝之實績，但其計軸器已經在世界多個國家有安裝實績，目前在台灣肇源股份有限公司為其代理商，亦可供國內參考。

(二) 法國 Thales 公司

法國 Thales 集團為知名國際電子和系統服務公司，主要業務包括航太、國防科技、交通運輸及安全系統。在運輸系統方面，全球有超過 100 個國家在使用 Thales 的產品，其員工約 65,000 人分散在全球 56 個國家，2017 年營業額約 158 億歐元。

本次我們是針對 Thales 公司最新的光纖輪軸感應器參訪，Thales 公司表示，以電磁原理計算車軸的技術是目前各國軌道和輕軌應用中最普遍的列車偵測方式，利用電磁原理計軸之技術確實是可以提供最佳安全性、高可靠性和可用性。然而，這些計軸器在電磁干擾方面會有局限性，它會需要很多的成本來保護它們免受過電壓和閃電的影響，而且還需要使用佈放密集且容易被盜和失效的銅纜；此外，電磁原理計軸技術的計軸器還需要特殊的安裝和維護以免失效，甚至在軌道整礮時還需要臨時移除計軸器，以免受損，實在不方便，故研發了新一代的計軸設備。

Lite4ce™是 Thales 最新一代的光纖計軸器(NEW GENERATION FIBRE OPTICAL WHEEL SENSING)，這設備是搭配 Thales Lite4ce™Sensor 和 Lite4ce™Evaluator 來呈現。Thales Lite4ce™sensor 是利用布拉格光纖光柵(Fiber Bragg Grating, FBG)技術，也就是利用光纖反射光波長來傳輸信號的技術(簡單來說就是利用光纖的形變來偵測輪軸)，並搭配突破性的創新黏合劑將計軸器(感應器)安裝(黏)到軌道腹板上。這樣利用光纖感應器與光纖電纜的結合，將可提供更高的可用性和可靠性，同時亦可降低安裝成本及節省安裝的時間。



圖 3-6 Thales 公司新一代的 Lite4ce™光纖輪軸感應器

其實 Thales Lite4ce™運作原理是先將計軸器黏在軌道(軌腹)上，藉由列車輪軸通過產生的機械壓力，再利用布拉格光纖光柵(Fiber Bragg Grating, FBG)技術將反射的光波長利用光電轉換，將其轉為電信號；且 Lite4ce™計軸器有兩條光纖布拉格光柵安裝在計軸器內部，可以確保計軸器提供正確的信號。另外使用布拉格光纖光柵技術的計軸器具有不受機械干擾、溫度波動以及軌道扭轉和彎曲影響的特性，同時亦可檢測車輪方向，這些特性都將確保計軸器可安全可靠的提供軌道佔用狀態。

目前 Thales 為了確保 Lite4ce™計軸器在各種嚴苛的鐵路環境下依然可正常運作，特別選在橋樑（高度振動）區、多車種列車軌道區、高電磁干擾(EMI)軌道區、隧道和板式軌道區、調車場和城市軌道（地鐵、輕軌、高車流量）的地區進行一系列現場測試。到目前為止，Thales Lite4ce™計軸器已經計數超過 1000 萬個輪軸而沒有出現故障，證實並驗證了使用光纖光學計軸器是可符合故障安全(Fail to Safe)的。

雖然 Thales 這款 Lite4ce™光纖計軸器號稱是業界第一個將光學原理應用於鐵路，且實現無銅軸電纜(copper-free)傳輸的產品，不過目前這項產品尚在送第三公正單位認證 SIL4 的安全等級中，Thales 公司評估應該在 2019 年可以獲得 SIL4 的認證。

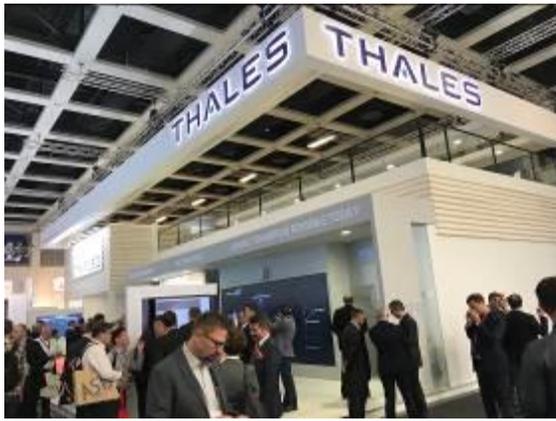


圖 3-7 Thales 公司會場及陳列於現場之 Lite4ce™光纖計軸器

Thales 公司 AzLM 系列的計軸器目前在國內佔有很高的比例，AzLM 系列的計軸器是搭配 ACE 設備來使用的，一般 ACE 都設置於 RH 機房；Thales 公司這新一代的 Lite4ce™光纖計軸器是可以搭配這既設 AzLM 系列的 ACE 來使用，不需再更換新的 ACE。相對來說若 Thales Lite4ce™能取得 SIL4 認證，這能沿用既設之 ACE 將會是 Thales 計軸器的優勢。

(三) 印度 G.G. Tronics 公司

印度商 G.G. Tronics India Private Limited 為日本信號(Nippon Signal)公司的子集團公司，本次展覽亦與日本信號公司在同一展覽區展覽。G.G. Tronics 公司主要是生產計軸器設備，在印度約有 200 位員工和 50 位研發人員，公司已經通過印度政府鐵道部 RDSO 的 ISO 9001：2015 認證，產品亦取得 CENELEC 501 相關安全標準之認證。



圖 3-8 印度商 G.G. Tronics 公司設置在日本信號公司展覽區，機架亦有 NIPPON SIGNAL LOGO

本次 G.G. Tronics 公司所展覽的 MSDAC-G39 系列之計軸器(Multi Section Digital Axle Counter MSDAC-G39)，為其公司最新一代之計軸設備，此設備特性說明如下：

- 計軸設備採用 2oo3 的架構，並符合 Fail to Safe
- 整體安全等級符合 SIL4 之規定，並符合歐洲電工標準化委員會(CENELEC)之 EN50126、EN50128、EN50129 及 EN50129 Part A and Part B 之標準
- 取得 BVQA 義大利機構的 ISA 認證
- EMI/EMC 符合 EN61000 及 EN55016 的測試標準
- 可偵測列車速度為 0 km/h ~ 250km/h
- 設備使用標準電壓為 DC24V(可調式 DC9V ~ DC36V)
- 設備支援熱插拔
- 計軸器若為現場供電最遠可接至 25KM，若由中央系統供電最遠可接 5KM(DC110V)
- 可應用在站場、閉塞區間及平交道等各種不同的環境
- 設備可耐溫度-30℃ ~ 70℃
- 道旁無電子計算單元
- 符合 IP68 防水防塵等級
- 計軸設備可使用繼電器界面(Relay Interface)和聯鎖系統介接
- 具有強大的系統監視和診斷功能



圖 3-9 G.G. Tronics 2oo3 之計軸設備架構

日本信號(Nippon Signal)所配合的印度商 G.G. Tronics 這家公司，他是一家尚在發展的公司，其計軸器的安裝實績只有在印度，其他國家尚無實績，雖符合國內計

軸規範，但後續待研究觀察。

(四) 奧地利 Frauscher 公司

Frauscher 為奧地利公司，在奧地利共有 230 名員工，全球員工約有 370 人，在全球有 13 個國家設有分公司。Frauscher 公司主要的產品為輪軸偵測系統(Wheel detection systems)、計軸器(Axle counting)和追蹤系統(Tracking system)，目前 Frauscher 公司在世界各地安裝之計軸器已超過 150,000 個，2017 年營業額約 56.9 million 歐元。

本次參訪 Frauscher 公司主要也是針對其計軸設備進行瞭解，在展覽場上 Frauscher 公司主要有展出 FAdCi 系列、ACS2000 系列及 FAdC 系列之計軸系統。FAdCi 系列計軸器是專為滿足調車場、工業鐵路和短途運輸的要求而開發的產品，它是 FAdC 系統計軸器的經濟型版本，經濟效益尤為突出，符合 CENELEC 標準 SIL3 安全等級要求，設計時速高達 80 km/h。

ACS2000 系列之計軸器和 FAdC 系列之計軸器都是符合安全等級 SIL4 的設備，而 FAdC 系列是 Frauscher 公司最新系列的計軸設備，2 個系列都可搭配使用 RSR180 和 RSR123 型號的計軸器。2 者的差別是在其機框電路卡板的應用(介面)不同，ACS2000 系列之計軸器只能藉由繼電器界面(Relay Interface)和聯鎖系統介接，而 FAdC 系列之計軸器可以選擇藉由繼電器界面(Relay Interface)、安全乙太網路 FSE 通訊協定(Software Protocol FSE)、客製化的通訊協定及光纖介面與電子聯所介接。目前我們 K001 南迴案就是使用 Frauscher 公司最新 FAdC 系列之計軸設備和 RSR123 型號的計軸器。



圖 3-10 Frauscher 公司展場及現場

另 Frauscher 公司也在現場展出其最新的 SENSiS 計軸器(功能尚在研發中)，這款計軸器 Frauscher 號稱是智慧型計軸器，它除了可以精確和可靠的計軸外，還可以

連接物聯網 (IoT) 的可能性。SENSiS 計軸器除了有計軸功能外，它還可以同時收集了許多其他數據，例如列車速度、軌道溫度或車輛狀況等一系列的附加資料，然後在計軸器中計算該數據，進行處理後藉由網路傳給末端監控設備。有了這種計軸器概念，在過去可能需要好幾種不同設備的感應器才能達到的監控效能，在此背景下，只要一台 SENSiS 計軸器就可以辦到，可達到減少道旁設施和提高效率的功能，也就是這次 Frauscher 公司在 InoonTrans 2018 所主打的口號「Discover intelligent sensors. Innovations to simplify railway operations.(研發智慧化的感應器，創新使鐵路營運簡單化)」。



圖 3-11 Frauscher 智慧型計軸器

肆、計軸設備期中檢查

Frauscher 位於奧地利謝爾丁(Schärding)之製造廠，工廠人員約 230 人，負責 Frauscher 公司全球鐵道設備之製造、組裝及測試。Frauscher 公司主要的產品為輪軸偵測系統(Wheel detection systems)、計軸器(Axle counting)和追蹤系統(Tracking system)；Frauscher 公司每年約生產 20,000 個計軸器，工廠最大產能可以每年生產 30,000 個計軸器；其產品之研發、模擬及分析皆於其廠內於 2016 年新建之研發中心進行，相關設備亦於廠內進行封膠、組裝、調整及測試。



圖 4-1 Frauscher 公司正門及位於 Frauscher 公司之研發中心

一、Frauscher 工廠參訪

Frauscher 公司目前計軸器有 2 種主要的產品，一種是較舊款的 ACS2000 系列計軸器和新款 FAdC 系列之計軸器；ACS2000 系列之計軸器只能藉由繼電器界面(Relay Interface)和聯鎖系統介接，而 FAdC 系列之計軸器可以選擇藉由 Communication board (COM-AdC101GS02 控制板)搭配 Input/Output board(IO-EXB 輸出輸入電路板)的方式藉由繼電器界面(Relay Interface)和聯鎖系統介接，或是直接使用 Communication board (和搭配 Input/Output board 藉由 Relay 和聯鎖系統介接的 COM Board 為不一樣 Type)並透過安全乙太網路 FSE 通訊協定(Software Protocol FSE，已於 2014 年公開之通訊協定)與電子聯所介接。

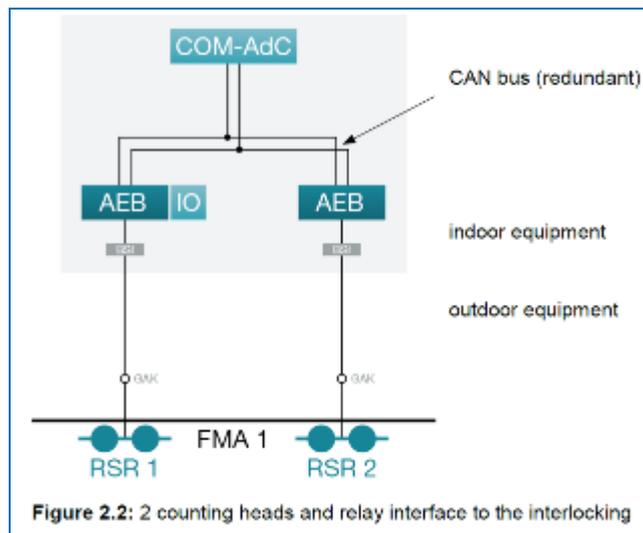


圖 4-2 計軸器利用繼電器介面(Relay Interface)與聯鎖系統介接

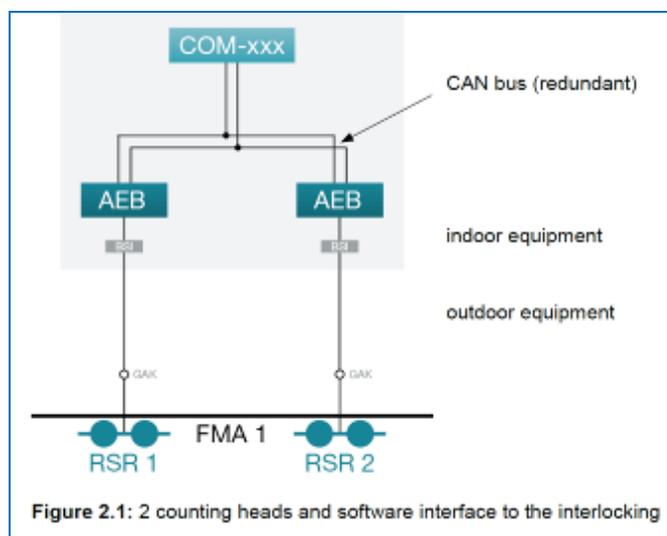


圖 4-3 計軸器利用軟體介面(Software Protocol)與聯鎖系統介接

目前我們南迴案 K001 標所使用的就是 Frauscher 公司最新之 FAdC R2 系列計軸器，採用 Communication board (COM-AdC101GS02 控制板)搭配 Input/Output board(IO-EXB 輸出輸入電路板)的方式藉由繼電器界面(Relay Interface)與日本信號公司之聯鎖系統介接。FAdC 系列之計軸器其所有流程從規劃、工程以及組態設定，到診斷、維護及調整全都有各種自行研發的軟體工具可以支援，並藉由邏輯應用，像是監測軌道區段或計數頭控制等方法等，來進一步提高系統的運轉效率。

在 Frauscher 工廠，主要是參訪計軸設備之生產製造，Frauscher 公司其硬體設備包括計軸器外殼、FAdC 相關電路板等是委外生產，但相關的組裝、計軸器灌封(灌膠)、電路板的防潮、絕緣、抗腐蝕漆塗裝(coating)、環境的耐溫測試、計軸器的功能測試及最終的計軸設備封裝出貨等都是採用自動化方式在工廠內完成，甚至有的

客戶若提供機櫃 Frauscher 公司也可配合在工廠內組裝及測試。(目前在 K001 標南迴案是 Frauscher 提供相關 FAdC 機櫃及電路板等，再由日信公司於台灣購買機櫃，將相關元件組裝完成後，在台灣進行工廠檢驗與測試。)

Frauscher 公司計軸頭的 IP68 防水、防塵測試會先在廠內做全檢後，再隨機抽驗委由第三公正單位測試，相關計軸器之振動測試(一次約要測試 3~4 天)也是可在廠內完成。因在 Frauscher 工廠部分廠區是不允許照相的，相關 Frauscher 工廠計軸設備之生產、測試、檢驗過程摘要如下說明：



圖 4-4 進入工廠參觀時須先換裝、穿鞋套及測試身體是否有靜電

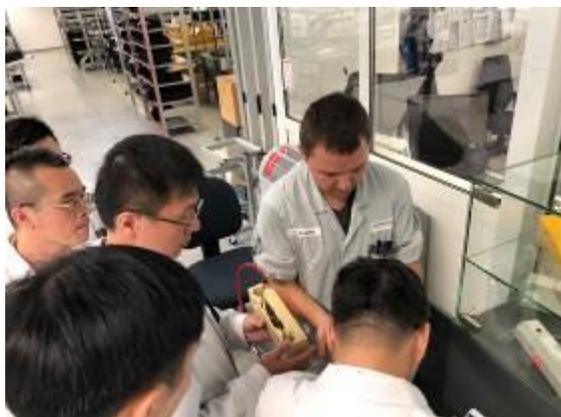


圖 4-5 計軸器之半成品

圖 4-6 計軸器自動化灌封(Potting)



圖 4-7 計軸器環境的耐溫測試



圖 4-8 FAdC Shelf 電路板測試



圖 4-9 Frauscher 講解電路板測試過程

圖 4-10 計軸器出場前最終功能測試



圖 4-11 計軸設備自動化測試



圖 4-12 計軸設備待出貨包裝之倉庫

二、Frauscher 公司計軸器期中檢查

在起始會議時，參與檢查之各單位針對各自所負責業務與 Frauscher 公司開會進行研討，並請 Frauscher 公司通知負責各相關業務人員與各單位進行溝通，瞭解各單位所要進行檢查的需求，提供相關資料辦理檢查。

針對監造單位期中檢查首先瞭解 Frauscher 工廠在計軸設備出廠前其自主廠驗流程及系統測試流程，並針對 Frauscher 本次第 2 批已生產完成要出貨至南迴案之設備(出貨清單如下表 4-1)進行自主測試資料隨機抽檢，確認 Frauscher 工廠計軸設備在出廠前有確實依規定及其相關測試流程辦理自主品管測試，且確認其所有測試項目皆測試合格，並沒有測試不通過仍將設備出貨的狀況，並且有完整的記載其過程文件。

表 4-1 計軸設備預計第二批進場設備清單

Item	Description	3 - Fang Liao	4 -Jia Lu	5 Fang San	6 - Fang Ye	subtotal	spare	total
22277	Wheel sensor RSR123-003 GS06	10	82	26	30	148	15	163
13655	5 meters Cable with protection tube					118	15	133
14397	10 meters Cable with protection tube					30	0	30
22288	Rail claw SK150 GS04	10	82	26	30	148	15	163
15279	Overvoltage protection board BSI	10	82	26	30	148	15	163
17390	Board rack BGT07 84 TE	2	10	4	4	20	2	22
19952	Backplane BP-PWR-0	2	0	0	0	2	0	2
19954	Backplane BP-PWR-8	0	10	4	4	18	2	20
19956	Backplane BP-EXB-1	4	26	12	12	54	6	60
19949	Power supply with Crowbar PSC	2	10	4	4	20	2	22
23152	Communication board COM-AdC101 GS02	0	4	2	2	8	1	9
22505	Evaluation board ACB	10	82	26	30	148	15	163
20864	Input/Output board IO-EXB	4	26	12	12	54	6	60
21441	Backplane Connector BP-EXB	4	26	12	12	54	6	60
21117	FDS	0	1	1	1	3	0	3



圖 4-13 FRAUSCHER 工廠期中檢查啟始會議

三、Frauscher 工廠計軸器檢驗測試流程

在 Frauscher 只有取得測試作業之資格認可的人員，才能夠進行相關測試項目，且因部分設備、材料為委外所供應，故所有供應的材料都必須再通過 Frauscher

的各項測試，且需要取得相關檢驗證明確認後才可使用。Frauscher 工廠檢驗測試流程如下圖 4-14，檢驗時大致區分為 4 個步驟：

1. 確認相關 QM 文件，確認是否有符合 CE 證書等資料。
2. 確認各組件的檢查證書(Inspection Certificate)，並查看之前 Frauscher 人員是否有任何指示。
3. 現場設備檢查，隨機抽驗待出貨設備，確認其序號及自主檢查資料正確，並驗證其測試結果(依 K001 南迴案契約規定本項檢驗可委由第三公正單位至 Frauscher 工廠進行檢驗，並出示報告)。
4. 檢查包裝區內之產品，確認其數量、型號是否正確及包裝是否完整後出貨。

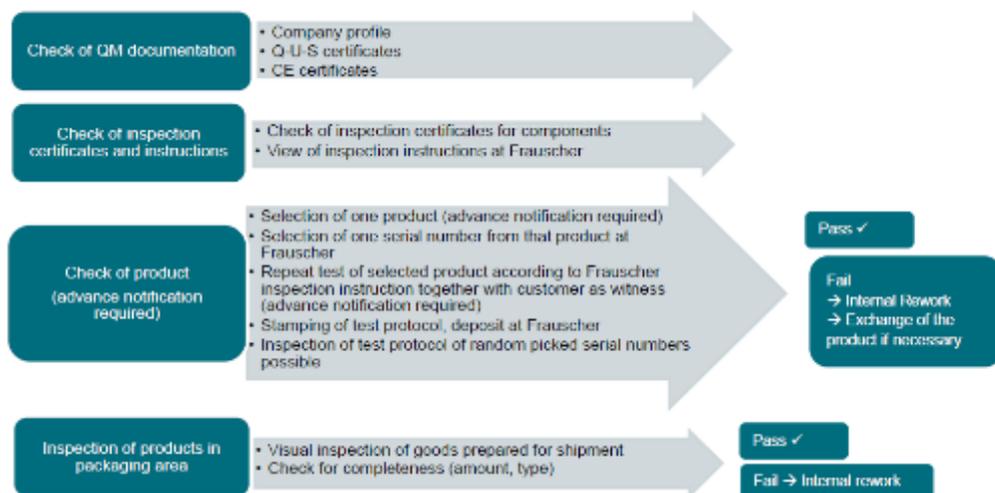


圖 4-14 FRAUSCHER 工廠計軸設備廠驗流程

四、Frauscher 計軸設備系統功能測試流程

本檢驗測試方式及項目主要分為構造檢查、零件檢驗、功能驗證三種方式，測試前須先建立相關之測試環境，包括須先將 FAdC 的所有機框、電源、相關電路板依規劃的組態 LAYOUT 安裝好，配合計軸器進行測試。相關的測試項目須依核定之測試計畫及表單進行，計軸設備系統功能測試流程如下圖 4-15 所示：

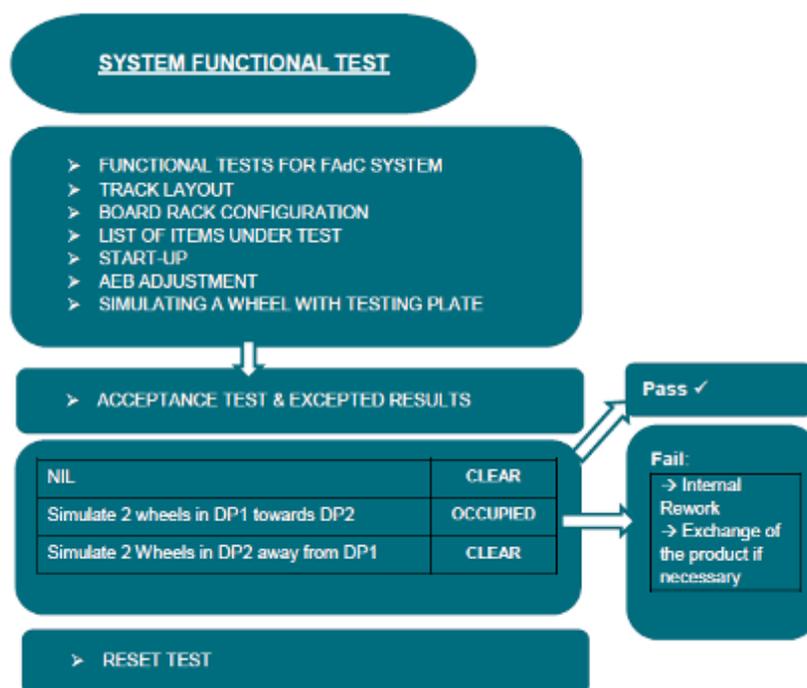


圖 4-15 FRAUSCHER 工廠計軸設備系統測試流程

在瞭解 Frauscher 公司相關工廠檢驗及系統功能測試流程後，監造單位會同 Frauscher 技術人員至 Frauscher 倉庫針對本次 Frauscher 第 2 批已生產完成要出貨至南迴 K001 案之設備，進行隨機資料抽驗，檢查 Frauscher 工廠計軸設備在出廠前是否確實依規定辦理自主品管測試且所有設備皆測試合格，並有完整的記載。本次抽驗係針對 K001 南迴案之 FAdC 組態，各電路板及設備各抽樣一種來檢查；抽驗之設備及數量如下表(表 5-2)所示：

表 5-2 監造單位抽驗之設備及數量表

NO.	抽驗項目	數量	序號
1	Wheel sensor RSR123	1	35677
2	Wheel sensor RSR123(Spare)	1	35617
3	Power supply with Crowbar PSC	1	076-0a007128
4	Communication board COM-AdC101 GS02	1	078-0a006672
5	Evaluation board AEB	1	081-0a030300

6	Input/Output board IO-EXB	1	077-0a008910
7	Overvoltage protection board BSI	1	066-0A080595

BGT07	BP-PWR-8									BP-EXB		BP-EXI		BP-EXB-1					
	PSC	COM-AdC	AEB	AEB	AEB	AEB	spare	spare	spare	AEB	IO-EXB	AEB	IO-EXB	AEB	IO-EXB				
	8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	4	6	4	6				

圖 4-16 計軸設備 FadC 組態 LAYOUT

有關 Frauscher 相關計軸設備自主檢查資料，經與 Frauscher 技術人員溝通，Frauscher 認為其設備自主測試之項目、標準及數據等資料為其公司之機密文件，無法讓我們 Copy 詳細陳列，僅現場讓我們逐項檢視確認所有的測試項目皆有測試且相關數據皆測試合格、符合標準，並無任何一項產品是測試不過就出場的狀況。我們亦尊重 Frauscher 的規定，在現場針對所抽檢的設備核對序號及自主測試資料無誤後，僅留存設備及電路板對應序號之自主檢查封面；詳細之檢查資料，請參閱附件一所示。



圖 4-17 與 Frauscher 技術人員核對抽驗之設備與自主檢查資料

針對本次 Frauscher 公司第 2 梯計軸設備期中檢查作業，監造單位認為 Frauscher 公司是符合其相關程序規定的，並請統包廠商日信公司於第 2 梯計軸設備之工廠檢驗仍須依契約相關規定辦理，於廠驗完成後儘速辦理進場，以利工進。

伍、奧地利國鐵(QBB)調車場計軸器實績考察

本次期中檢查後，會同 Frauscher 人員至奧地利國鐵的調車場參觀 Frauscher 公司所安裝的計軸器及此調車場的相關號誌設備。此調車場位於奧地利中部，目前正在安裝新設的電子聯鎖設備、汰換既設的繼電聯鎖設備，並於行車室安裝液晶的 CVDU 取代既設的就地控制盤(EP)。

抵達調車場時奧地利國鐵人員先對我們做職安的警告告知，其警告告知單為一式 2 份，一份是警告告知單簽名，一份是我們收執聯，讓我們留存可隨時注意、提醒現場職業安全應注意事項，和目前我們台灣簽名後僅留存紀錄備查作法不同，是值得我們借鏡學習的。



圖 5-1 危害告知單收執聯及調車場號誌設備考察

在現場我們參訪調車場之道旁號誌設備、既設及新設號誌繼電器室、號誌電力室及就地控制室，雖然只是參訪短短的幾百公尺調車場和幾個機房，卻讓我看到很多施工方面的優點是值得我們學習的：

(1) 沿線電纜槽施工品質良好

現場所有的沿線電纜槽是以預鑄水泥線槽鋪設，所有的水泥線槽與路面等高，線槽蓋一片接一片的緊密相接且每片皆非常平整，遇到有轉彎處線槽與線槽蓋皆切割得非常平整，且相接處皆乎沒有縫隙，依然保持平整；其施作工法之用心及細心值得我們學習。



圖 5-2 沿線電纜槽施工品質良好

(2) 臨時電纜防護工法

我們參訪的調車場目前正在進行號誌繼電聯鎖系統汰新為新設的電子聯鎖工程，既設的繼電器室(RI)、行車室和新設的繼電器室(EI)、行車室距離只有短短的一百多公尺，整個更新工程過程中一定會有很多的電纜及光纖都是先建後拆的，在這個過程中我們看到奧地利國鐵對臨時電纜及光纜是用很堅固、輕巧且易於拆裝的硬殼塑膠保護管保護纜線，畢竟在施工過程中無論是設備或機具的搬運、人員的走動等都有可能傷到纜線，使用這種方便又可保護纜線的硬殼塑膠保護管做臨時防護，待舊電纜拆除後再移至電纜槽的施工方式，是我們可以參考學習的。



圖 5-3 臨時電纜使用硬殼塑膠保護管防護

(3) 精緻之行車室設備

在奧地利國鐵(QBB)調車場其原本也是使用就地控制盤(EP)來控制，而在繼電聯鎖(RI)改成電子聯鎖(EI)工程中亦新設行車室，在室內有安裝連動監視控制電腦(CVDU)、閉路電視系統(CCTV)及運轉紀錄器(CMS)等，相關設備之監控畫面是施作成符合人體工學的一個半圓弧形監控台，監控台畫面有 2 層液晶螢幕，將上述相關

設備之監控畫面整合裝在這半圓弧監控台上，一間行車室有 2 座監控平台，1 座監控台由 1 位人員負責監控。

這作法與台灣之施作方式略有不同，並沒有一味地追求大螢幕、大空間來監控，是以如何以最佳的人員配置來達到其最佳的監控效果來考量設計，1 個人坐在位置上不用移動就可以監控到所有調車場的相關設施；這方式也是可供我們參考的。



圖 5-4 既設之就地控制盤及新設之行車室設施

陸、心得與建議

本次參訪世界規模最大的鐵道展，InnoTrans 2018「柏林國際軌道及交通運輸設備展」，藉由這機會瞭解目前各國際號誌設備公司最新號誌系統產品及各鐵道系統未來發展趨勢。在 Frauscher 公司辦理計軸設備期中檢查期間，了解計軸設備從設計、生產、製造、組裝、測試等過程及流程，並藉由雷卡多公司及 TUV NORD 公司的檢查中熟悉 IV&V 及 ISA 第三方機構檢查流程及標準受益良多。最後赴奧地利國鐵(QBB)調車場，考察現場號誌設備、既設及新設之繼電器室及行車調度室等。謹就出國 InnoTrans 2018 參訪及期中檢查期間所見及獲得觀念與知識，心得與建議如下：

一、心得

參訪歐洲號誌聯鎖系統與各子系統間均採乙太網路(Ethernet)做為資料交換之方式，並將各設備 IP 模組化，可減少傳統繼電器界面(Relay Interface)介接及硬體配線，以目前各計軸設備為例，各設備商之產品均有提供網路模組與標準化之通訊協定，可為後續之號誌系統設計之參考，減少硬體建置成本。

目前鐵路號誌已趨向採取智慧型之整合系統，如 HITACHI、TOSHIBA 及 ISKRATEL 等大廠目前皆在發展這種智慧型整合系統，利用雲端科技，並結合 IoT(物聯網)收集各項道旁設備之大數據資料，可將多項系統設備集合控管，再藉由網際網路在遠端使用 Web APP 來及時操控或監視各式設備；這除了可節省成本並可利於使用者監控外，甚至可利用大數據分析告知相關鐵路資訊，如斷軌、土石流等，甚至使用者位於哪一個位置之哪一項設備已到維護保養週期，都可利用 APP、簡訊等方式通知使用者去保養該項設備等應用。目前此相關應用雖尚未完善，但後續可追蹤其發展，應用至鐵路系統。

Frauscher 工廠的各流程皆有標準作業程序，產品在各部門均有生產履歷可追蹤，員工於工作中均能確切遵守各項規定，這樣不但能增加工作效率亦可提高產品的品質。而在材料管理均採自動倉儲方式管理各項料件，可做為我們管理上的借鏡。

二、建議

1. 歐洲號誌聯鎖系統聯鎖邏輯均採軟體開發，並提供模擬軟體進行各項測試以縮短開發時間，可導入自動執行測試技術減少測試疏漏後續之號誌系統設計可作為參考。
2. 目前鐵道局號誌聯鎖系統之通訊傳輸界面已採用光纖為骨幹(Backbone)，外部界面採多重化之 TCP/IP 乙太網路(Ethernet)通訊界面，但在通訊協定上尚未定義，導致後續軟體整合困難。
3. 本次參訪柏林國際軌道及交通運輸設備展，國內生產鐵道產品之廠商亦相當多，但往往受限於規範及實績，謹能幫國外廠商代工或擔任協力廠商之角色，不利發展國內軌道產業，建議能從規範著手，讓國內好的產品也能入軌道產業，以扶植國內產業發展。

三.參考資料

1. Frauscher 公司簡報。
2. 「K001 標『臺鐵南迴鐵路臺東潮州段電氣化工程建設計畫』系統機電統包工程」工程士林電機股份有限公司服務建議書。

柒、與會照片集錦

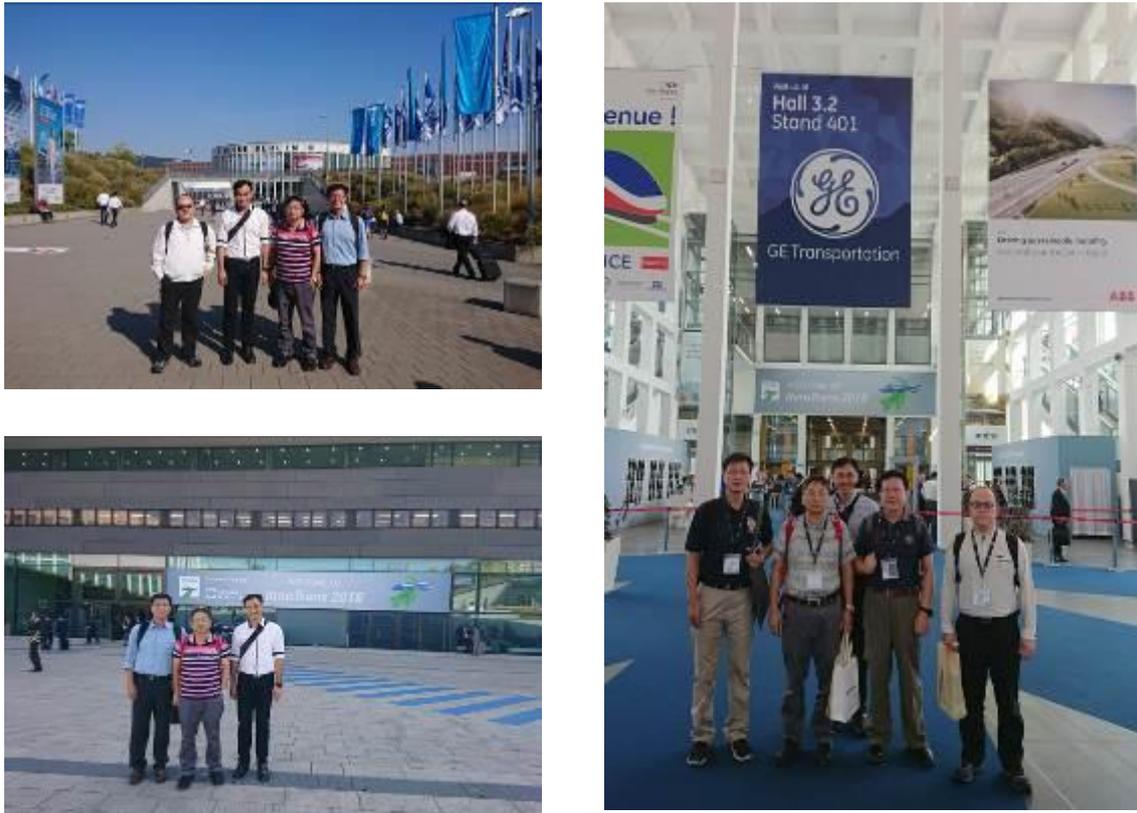


圖 7-1 InnoTrans 2018 會場



圖 7-2 InnoTrans 2018 參訪日本信號及京三公司

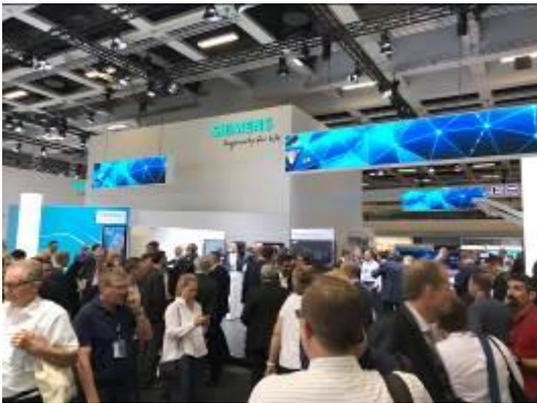


圖 7-3 InnoTrans 2018 參訪 BOMBARDIER 及 SIEMENS 公司

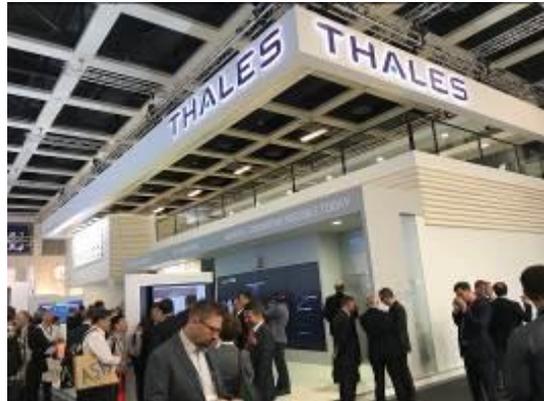


圖 7-4 InnoTrans 2018 參訪 THALES 及 KAPSCH 公司



圖 7-5 InnoTrans 2018 參訪 FRAUSCHER 公司

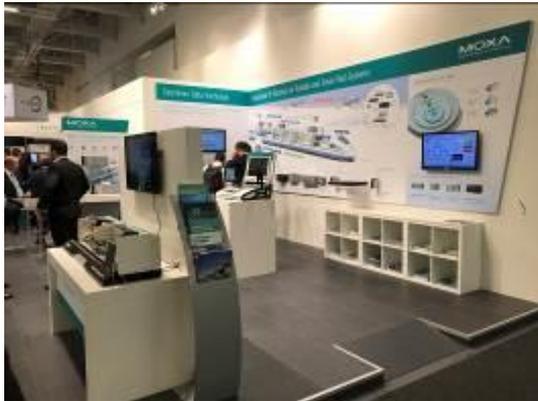


圖 7-6 InnoTrans 2018 參訪台灣館及相關國際大廠



圖 7-7 德國柏林火車站參觀



圖 7-7 FRAUSCHER 公司計軸器生產流程介紹



圖 7-8 FRAUSCHER 公司教育訓練中心



圖 7-9 FRAUSCHER 公司期中檢查及 Close Meeting



圖 7-10 FRAUSCHER 公司期中檢查留影



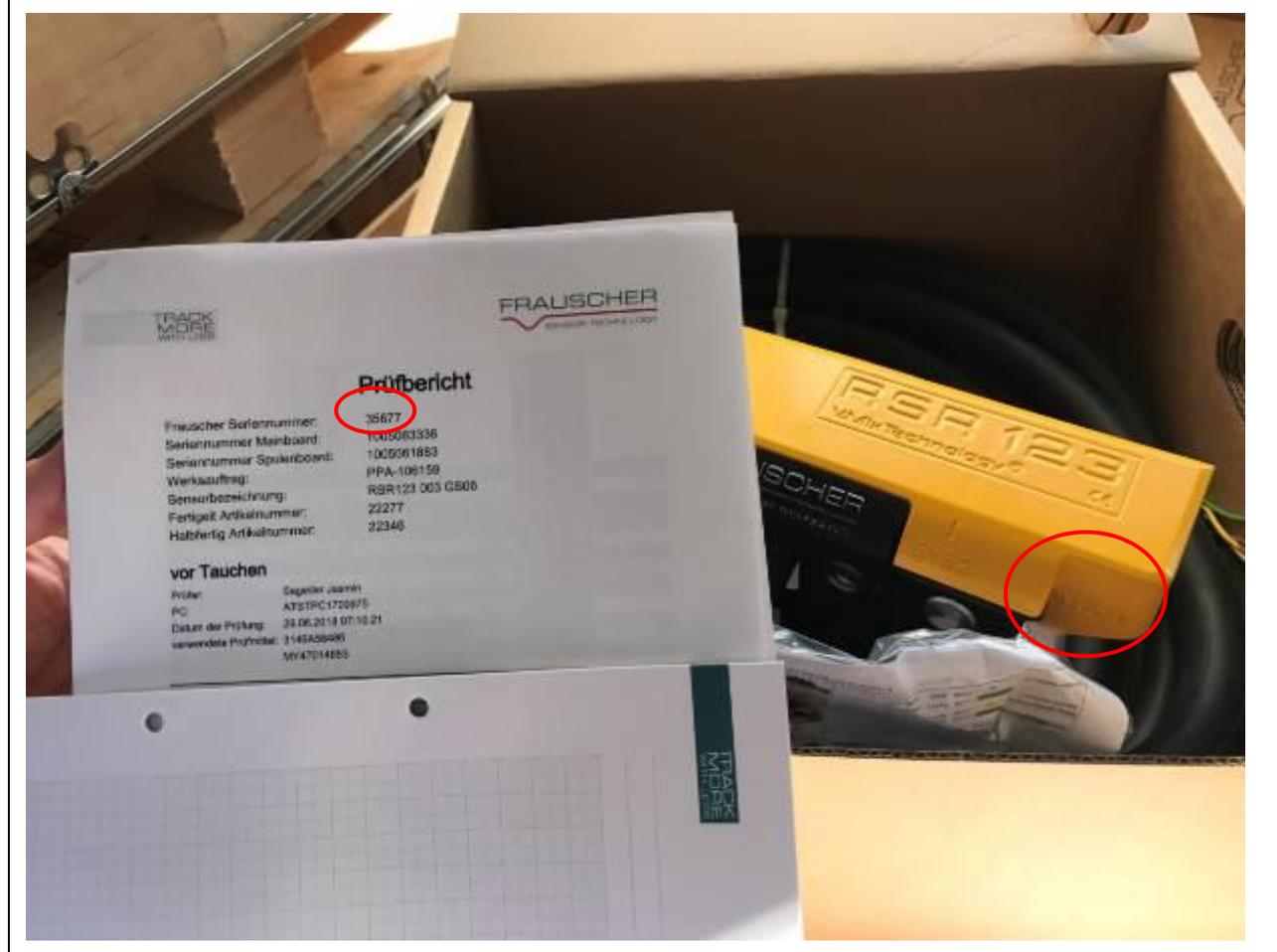
圖 7-11 奧地利國鐵(QBB)調車場號誌設備考察

附件一

計軸系統設備期中檢查紀錄表

編號：K001-01

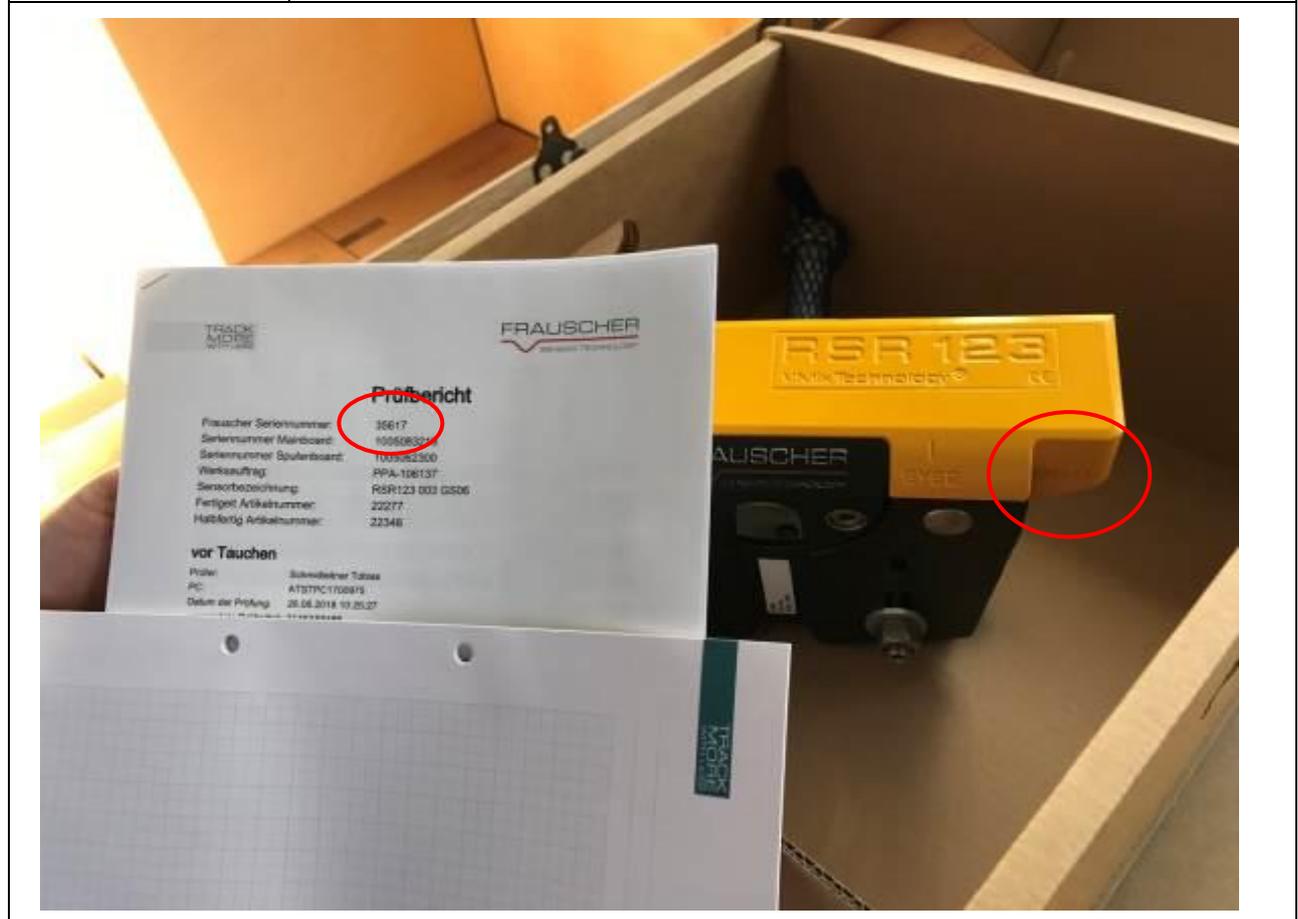
工程名稱	臺灣南迴鐵路臺東潮州段電氣工程建設計畫系統機電統包工程
檢查項目名稱	Wheel sensor RSR123 (序號：35677)
檢查地點	奧地利謝爾丁(Schärding) Frauscher 工廠
檢查日期	2018/9/24 ~ 2018/9/26
說明	Wheel sensor RSR123 經核對序號及 Frauscher 公司自主檢查資料，相關測試項目皆合格，並有完整的記載及將資料保存。



計軸系統設備期中檢查紀錄表

編號：K001-02

工程名稱	臺灣南迴鐵路臺東潮州段電氣工程建設計畫系統機電統包工程
檢查項目名稱	Wheel sensor RSR123 Spare (序號：35617)
檢查地點	奧地利謝爾丁(Schärding) Frauscher 工廠
檢查日期	2018/9/24 ~ 2018/9/26
說明	Wheel sensor RSR123 經核對序號及 Frauscher 公司自主檢查資料，相關測試項目皆合格，並有完整的記載及將資料保存。



計軸系統設備期中檢查紀錄表

編號：K001-03

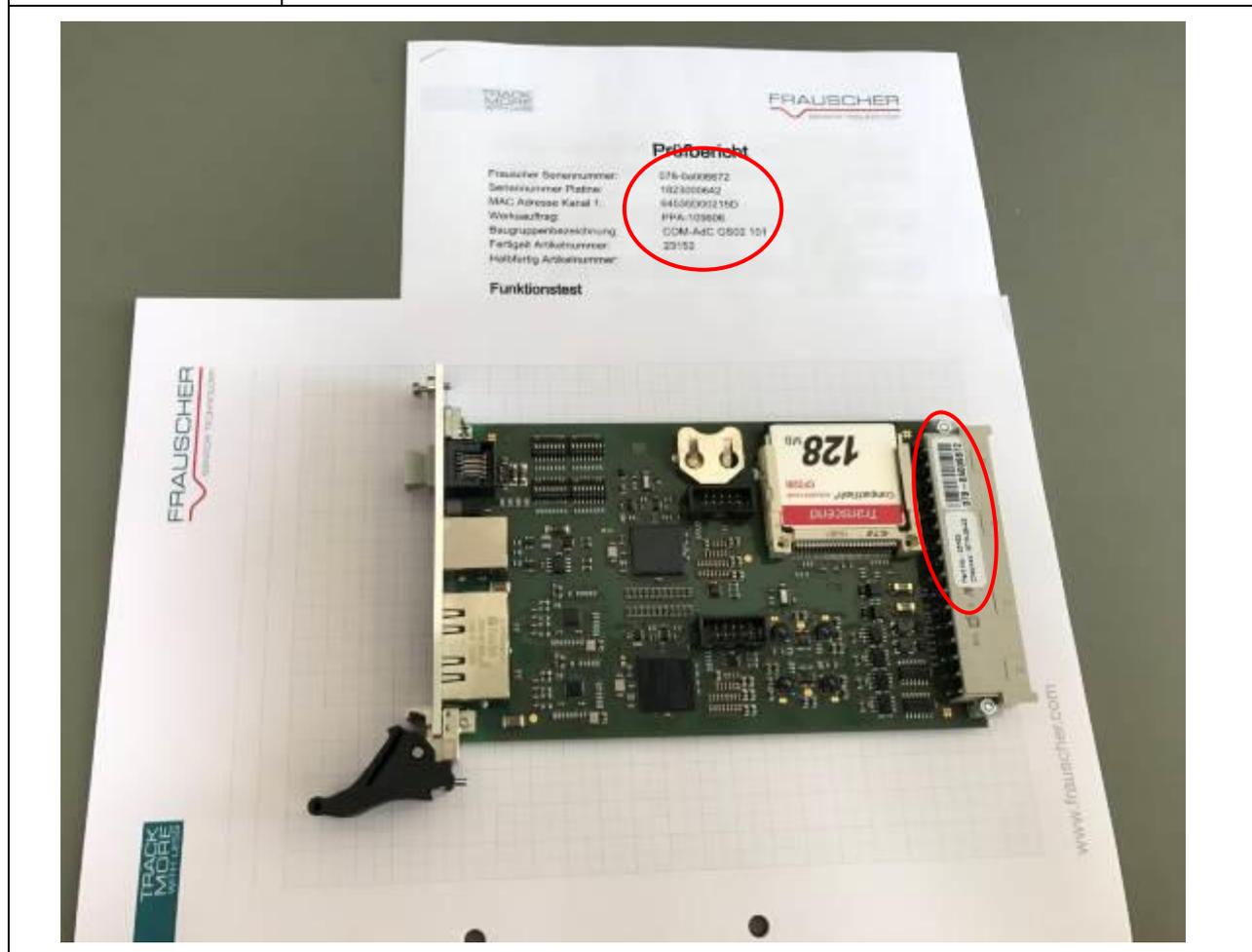
工程名稱	臺灣南迴鐵路臺東潮州段電氣工程建設計畫系統機電統包工程
檢查項目名稱	Power supply with Crowbar PSC (序號：076-0a007128)
檢查地點	奧地利謝爾丁(Schärding) Frauscher 工廠
檢查日期	2018/9/24 ~ 2018/9/26
說明	Power supply with Crowbar PSC 經核對序號及 Frauscher 公司自主檢查資料，相關測試項目皆合格，並有完整的記載及將資料保存。



計軸系統設備期中檢查紀錄表

編號：K001-04

工程名稱	臺灣南迴鐵路臺東潮州段電氣工程建設計畫系統機電統包工程
檢查項目名稱	Communication board COM-AdC101 GS02 (序號：078-0a006672)
檢查地點	奧地利謝爾丁(Schärding) Frauscher 工廠
檢查日期	2018/9/24 ~ 2018/9/26
說明	Communication board COM-AdC101 GS02 經核對序號及 Frauscher 公司自主檢查資料，相關測試項目皆合格，並有完整的記載及將資料保存。



計軸系統設備期中檢查紀錄表

編號：K001-05

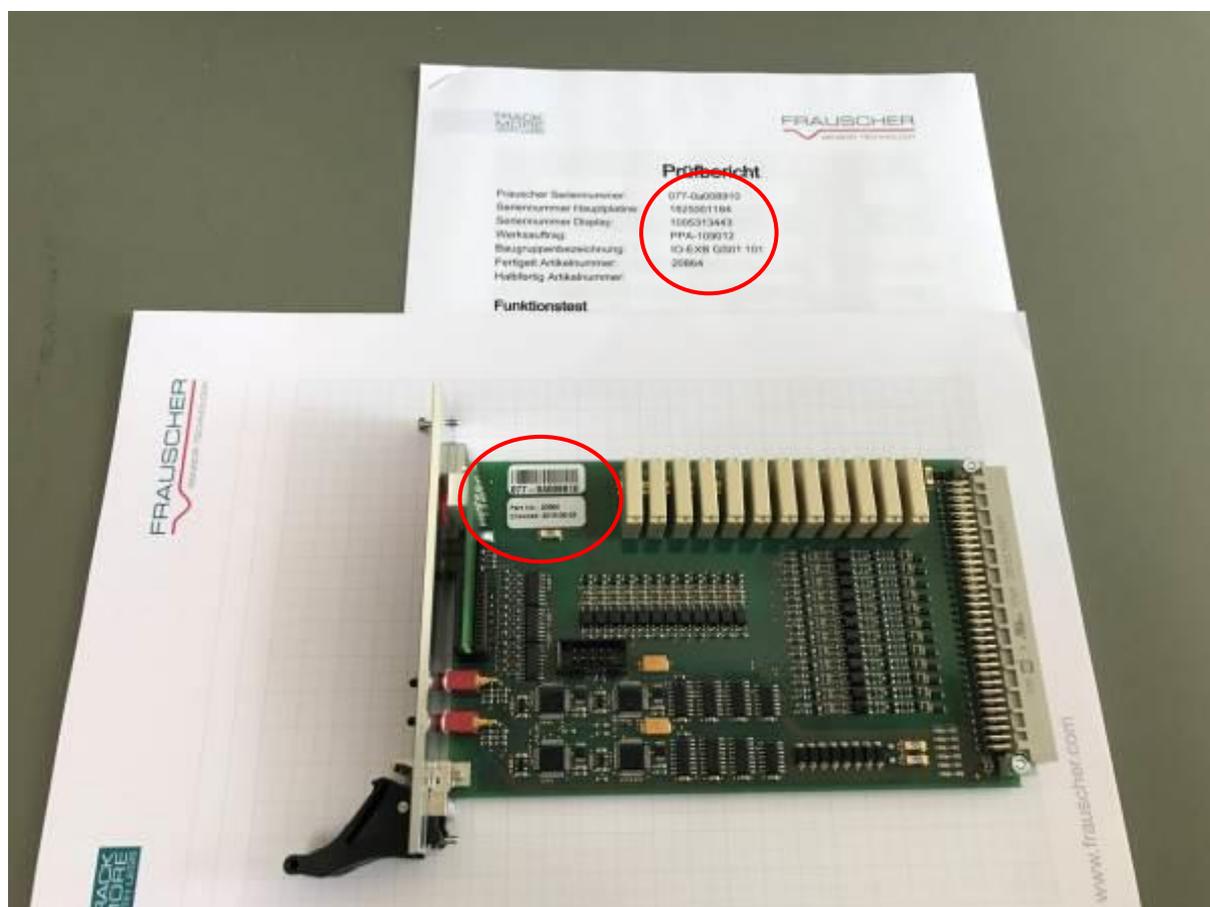
工程名稱	臺灣南迴鐵路臺東潮州段電氣工程建設計畫系統機電統包工程
檢查項目名稱	Evaluation board AEB (序號：081-0a030300)
檢查地點	奧地利謝爾丁(Schärding) Frauscher 工廠
檢查日期	2018/9/24 ~ 2018/9/26
說明	Evaluation board AEB 經核對序號及 Frauscher 公司自主檢查資料，相關測試項目皆合格，並有完整的記載及將資料保存。



計軸系統設備期中檢查紀錄表

編號：K001-06

工程名稱	臺灣南迴鐵路臺東潮州段電氣工程建設計畫系統機電統包工程
檢查項目名稱	Input/Output board IO-EXB (序號：077-0a008910)
檢查地點	奧地利謝爾丁(Schärding) Frauscher 工廠
檢查日期	2018/9/24 ~ 2018/9/26
說明	Input/Output board IO-EXB 經核對序號及 Frauscher 公司自主檢查資料，相關測試項目皆合格，並有完整的記載及將資料保存。



計軸系統設備期中檢查紀錄表

編號：K001-07

工程名稱	臺灣南迴鐵路臺東潮州段電氣工程建設計畫系統機電統包工程
檢查項目名稱	Overvoltage protection board BSI (序號：066-0A080595)
檢查地點	奧地利謝爾丁(Schärding) Frauscher 工廠
檢查日期	2018/9/24 ~ 2018/9/26
說明	Overvoltage protection board BSI 經核對序號及 Frauscher 公司自主檢查資料，相關測試項目皆合格，並有完整的記載及將資料保存。

