



# 機場捷運延伸線整合兩套號誌系統的驗證測試

中興工程顧問公司機場捷運延伸線監造工程處經理 / 李文杰  
中興工程顧問公司機場捷運延伸線監造工程處副經理 / 陳永森  
中興工程顧問公司機場捷運延伸線監造工程處號誌主辦工程師 / 劉少宇  
中興工程顧問公司機場捷運延伸線計畫總顧問 / 李鐸  
台北市捷運工程局副局長 / 陳景池  
交通部鐵道局北部工程分局副分局長 / 王村竹  
交通部鐵道局北部工程分局第五工程隊隊長 / 劉建宏

關鍵字：新舊號誌系統整合、新舊系統的邊界概念、雙號誌系統相互監視且各自獨立的控制權限

## 摘要

桃園機場捷運（簡稱機捷）延伸路段 106 年 3 月正式營運通車至今，初期網路僅提供 A1 台北車站至 A21 環北站的營運服務，後續機捷持續往南延伸新建至 A22 老街溪站時，面臨原號誌系統廠商（英商英維斯）被德國西門子併購之困境，在未能延用原號誌系統的前提下，延伸路段必須採用另一套新的號誌系統，於此同時，為達成服務旅客一車到底的營運目標，新、舊路段的兩套號誌系統間的整合成為本工程最重要的課題。

雙號誌系統整合過程中，除了必須保持原線路段 A1 台北車站至 A21 環北站的正常營運，同時需建置延伸路段 A21 環北站至 A22 老街溪站的新號誌系統，以及既有 20 列普通列車的改造作業，以利列車可以分別在新、舊號誌系統的路段正常運行。核心機電工程自 108 年 10 月 15 日開工至 112 年 7 月 31 日順利達成 A22 站商轉營運通車，未來將接續延伸至 A23 中壢車站。

主線上建置雙號誌系統之操作運轉，首要重點在於雙號誌系統間界面的整合，除必



須先克服新、舊號誌系統軟、硬體界面整合的問題外，更要作好與營運單位的溝通。前者尚可透過合約規範及新號誌廠商的經驗逐一克服，後者要如何取得營運單位針對新、舊號誌系統本質上差異的認知與理解，尤其營運單位早已熟悉舊的號誌系統且已營運多年，現因延伸路段必須同時併用一套全新的號誌系統，無論在操作運轉的習慣與熟悉度上，都面臨著適應上的挑戰。這段難得的經歷是國內前所未見的捷運機電整合案例，本文將藉由新建過程中獲取的經驗，分享雙號誌系統整合過程驗證重點與尚待克服之課題。

## 一、前言

此計畫最艱鉅的挑戰在於系統上的整合，依據合約之規定「新建系統對舊有系統需滿足所有相關整合、相容之責任」，所以我們需要面對一個以小區段併入大區段的整合問題；對機捷延伸線而言，新增路段係以舊路段 21 個營運車站再往南延伸的工程，從新舊號誌系統的自動列車監控（ATS，Automatic Train Supervision）所管轄的路段範圍來看，舊號誌系統 ATS 所管轄的範圍佔了 98.5%（自 A1 站至 A21 站，約 53 公里），而新的號誌系統 ATS 現階段所管轄的範圍只佔 1.5%（自 A21 站至 A22 站，約 0.8 公里）。

當列車由 A1 站往南行駛並停妥至原終點站 A21 站，須進行新舊號誌系統的切換，方允許取得列車繼續往新增路段前進之授權，反之當列車由新路段返回 A21 站，號誌系統須再切換為舊的號誌系統；因此 A21 站在新舊號誌整合上，作為非常重要的界面整合車

站，新舊號誌系統的管轄權在 A21 站如同有一條無形的邊界（Boundary），新的號誌系統管轄著自己的領土（Territory）A21 至 A22 區間，舊的號誌系統仍管轄著既有舊路段 A1 至 A21 區間，如何讓兩套號誌系統須相互溝通及監視，且又有各自獨立控制的權限，是確保雙號誌系統安全上最重要的一環。

機捷延伸線的新舊號誌系統整合過程，從初始面臨要如何在既有普通列車上加裝另一套車載號誌系統的困難，至最終的關鍵也是最困難的兩套 ATS 間的整合，此種的整合模式因為沒有前例可循，只憑著建造團隊秉持「相信」的信念一路前行，前言爬梳至此，相信曾有捷運號誌經驗的先進們，心裡是否會想著「真的有辦法達成」嗎？

## 二、新增號誌系統的設計概念

### 2.1 新號誌系統採更進化的架構說明

新號誌系統由德國西門子設計，在設計階段即碰到兩個整合上課題，首先由於舊號誌系統是由英商英維斯設計，所以新號誌系統必須處理新舊號誌系統間的整合，以達到安全且自動化的功能；其既有電聯車是由日本川崎重工製造，既有電聯車的加減速、車內最終電氣線路圖及與控制監視系統（CMS，Control Monitoring System）溝通等等的關鍵參數，這些重要的關聯廠商均非本工程的參與成員，致使資料的取得與確認更加困難，期間藉由交通部鐵道局北工分局、總顧問與監造單位，偕同日本、英國、德國等國際廠商耗費長時間的共同努力彙整，方始設計工作得以順利推動。



## 2.2 新舊號誌系統差異的簡要說明

舊號誌系統 (DTG-R, Distance To Go - Radio) 由英商英維斯設計, 自動運轉等級 (Grades of Automation, GoA), 屬第二等級 (GoA 2) 的半自動駕駛, 控制列車之自動運轉及停止, 需要由駕駛員關門和處理故障事件; 既有之普通列車四節車廂, 設備主要安裝於第一節車廂, 備援系統則位於第四節車廂, 列車定位、速度及通訊天線皆安裝於車廂外部, 資訊傳輸係透過硬線收集至列車界面單元 (TIU, Train Interface Box) 機櫃, 透過 CIB (CMS Interface Box, CMS 界面箱) 將故障訊息顯示於 CMS 及駕駛顯示單元 (DDU, Driver's Display Unit) 上; 號誌系統經由 CIB 連接至 CMS 採用 RS485 協定, 達到車內到站顯示器 (TDDU, Train Door Display Unit) 跑馬燈顯示正確到、離站資訊 (詳圖 1)。

新號誌系統 (TGMT, Trainguard MT) 基本設計架構為無人駕駛, 自動運轉等級為第四等級 (GoA 4), 但考量新、舊系統列車運作的一致性, 故設計仍以 GoA 2 之模式營運; 新號誌系統具備兩組自動列車運轉 (ATO, Automatic Train Operation) 及自動列車保護 (ATP, Automatic Train Protection) 其餘配置之邏輯與既有車載號誌類似, 新號誌系統車載新增單元配置圖 (詳圖 2), 相較於既有系統自動化程度較高, 並採用網路線串接, 故障資訊可透過網路傳送至行控中心的 S&D (Service & Diagnostics) 監視, 新、舊號誌系統的差異比較 (詳表 1)。

## 2.3 新號誌系統設計初期的可行性研究 (Feasibility Study)

設計初期德國技師抵台調查評估車載新增號誌設備的安裝空間及位置, 後因受全

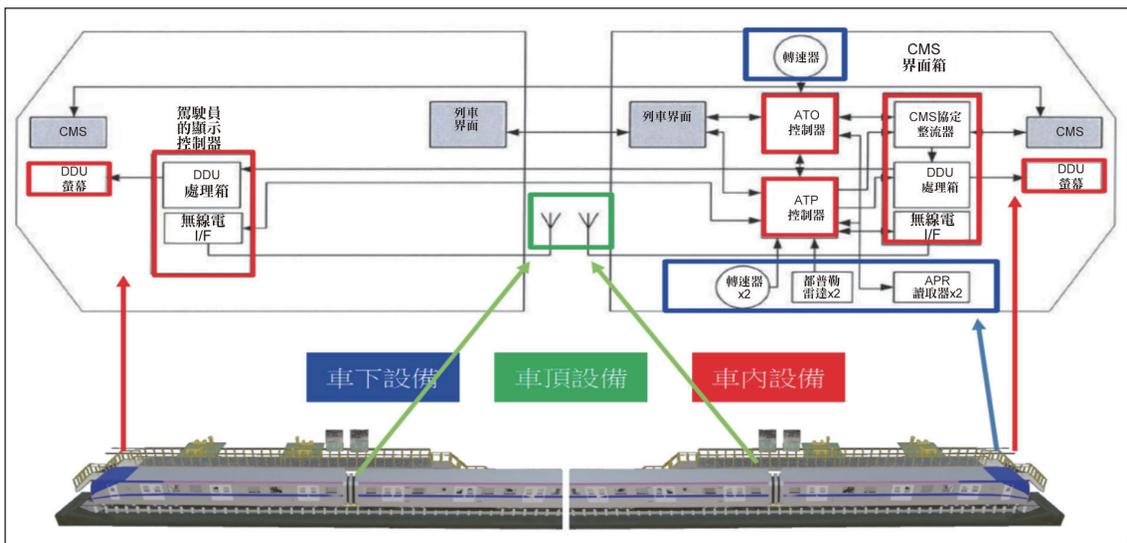


圖 1 既有車載號誌系統配置

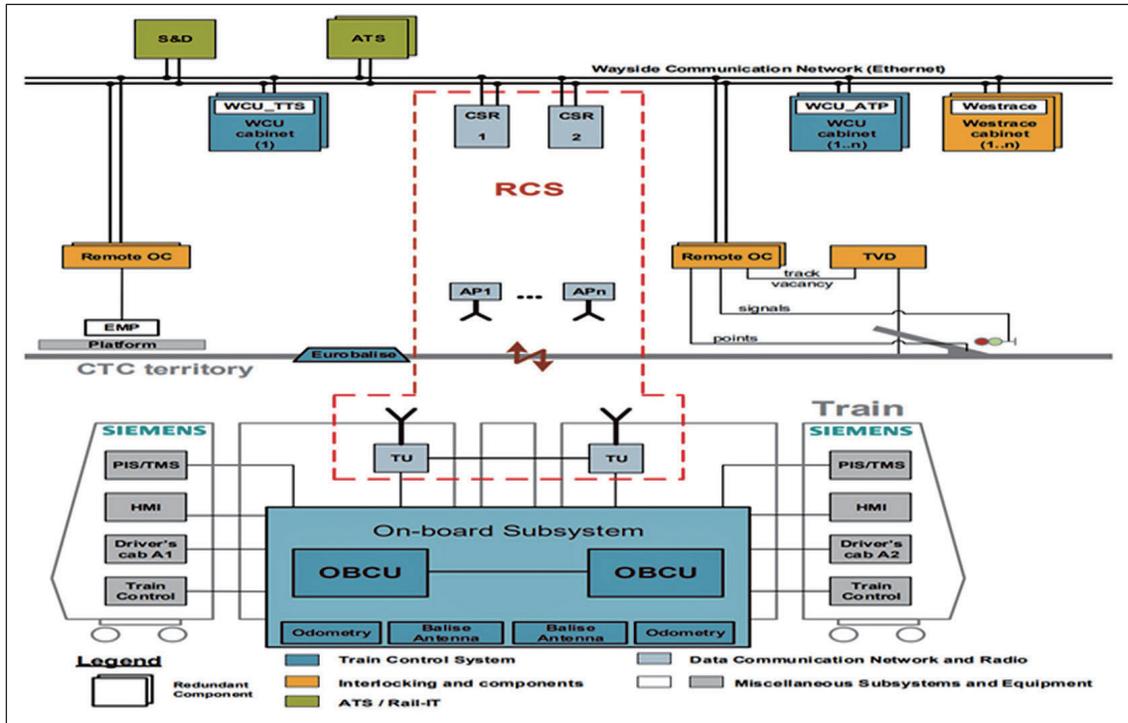


圖 2 車載號誌系統新增設備配置概述

表 1 列車控制單元 (OBCU, OnBoard Control Units)

	DTG-R	TGMT
ATO(自動)	1選1	2選1
ATP(人控)	3選2	2選1
HMI(人機界面)	CMS+DDU	DMI
子系統介接	硬線	網路線
模式	AM/SM	AM/SM

球 COVID 19 影響，與德國設計團隊改採遠距視訊的方式確認。經檢視第一節車廂底部已過於密集，方決定以第二節車廂作為車載號誌設備的規劃設計，經研析車載號誌安裝於第二節車廂空間過於侷促，列車控制單元 (OBCU, OnBoard Control Units) 的安裝位置，經現場評估後須拆除既有乘客座椅 (如下圖 3)。

新車輛號誌設備硬體說明如下 (如圖 4 所示)：

雙端駕駛室新增的硬體設備：人機介面 (HMI)、控制台按鈕／開關面板 (Desk elements)、無線電天線 (Radio antenna)、資料通訊系統 (DCS)、微型斷路器 (MCB)、車載通訊網路設備 (OCN)。

第 2 節車廂內新增硬體設備：車載控制單元 (OBCU) 與繼電器端子台固定板 (RTB)。

第 2 節車廂車底新增硬體設備：信標天線 (Balise antenna)、雷達傳感器 (Rader sensor) 與測速計 (OPG)。車廂間第 1 ~ 2、2 ~ 3、3 ~ 4 車間頂端新增硬體設備：車間電纜 (Jumper cable) 及支撐架。



圖 3 列車控制單元 (OBCU, OnBoard Control Units)

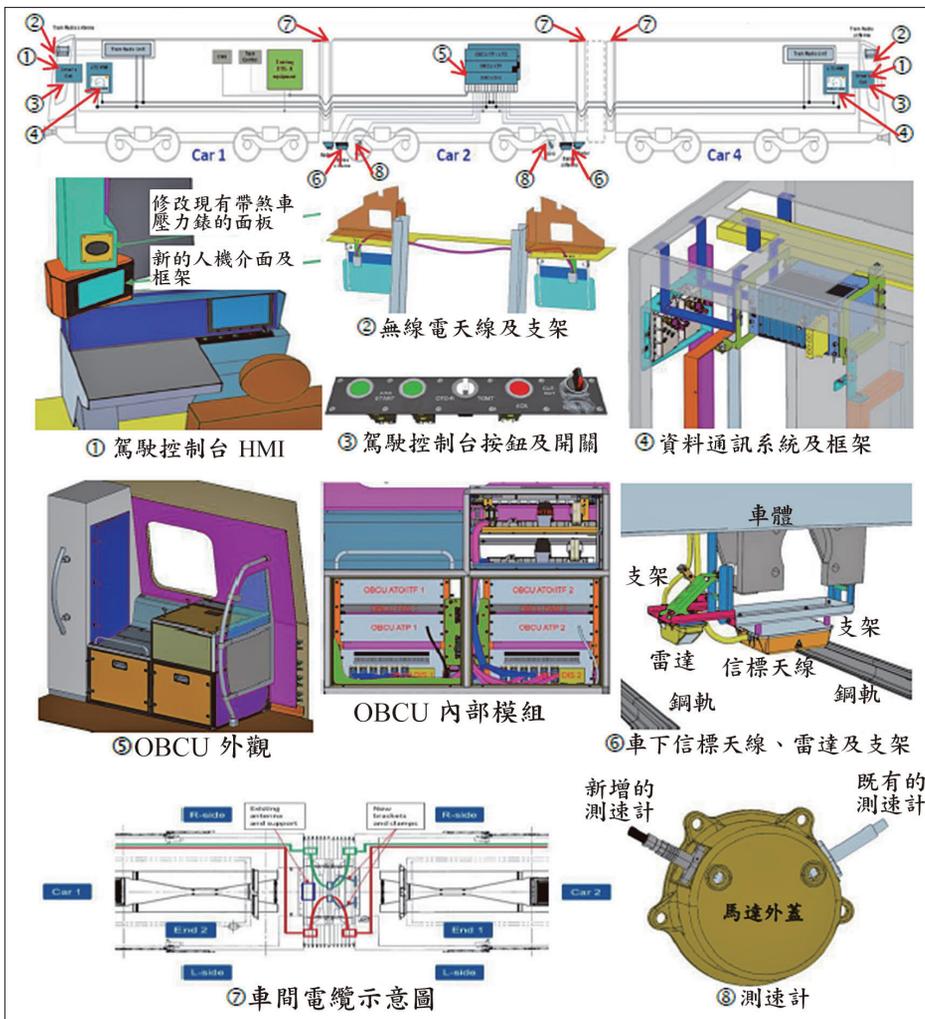


圖 4 列車新增硬體設備示意圖



## 2.4 新車載號誌取得既有電聯車參數的困難性

電聯車參數取得遭遇的困難，由於新增的延伸線並無既有電聯車廠商的參與，電聯車的參數及 CMS 的參數都只能藉由既有的竣工文件，逐一確認電聯車之列車尺寸、最大營運車速、不同負載的車重、不同強度的煞車與牽引型態、延遲及動態特性等等，最終透過交通部鐵道局北工分局、中興總顧問與中興監造單位，偕同日本、英國、德國等國際廠商，耗費長時間的共同努力彙整始能確認設計參數，並以西門子對電聯車控制系統的經驗，進行車載新號誌系統的設計。

## 2.5 其他界面上遭遇的困難

舊號誌系統利用 CIB 界面箱取得電聯車控制及監視系統（CMS）通訊設備狀態及號誌信息，為了避免新舊號誌切換過程，影響電聯車重要設備功能，本次採用硬線切換原

訊號傳輸線；另外面臨訊號格式的挑戰，雖藉由既有電聯車的界面文件了解主要的資料格式，但訊號加密格式仍然是個挑戰，依據廠商調查循環榮冗餘檢查碼（CRC，Cyclic Redundancy Check）加密共有 24 種變形，經桃捷公司協助提供已擷取之數據，傳回德國設計團隊解密後，新號誌系統方能向 CMS 傳輸到、離站訊號，並正確的顯示於 TDDU。

## 三、A21 站由舊（原）端末終點站變更為新舊號誌系統（切換站）的邊界（Boundary）概念

1. A21 站由舊（原）端末終點站轉變為中繼站，且作為新舊（原）號誌系統的切換站，新舊（原）兩系統以 A21 站為中心，互有重疊，其分為信標、計軸器（新系統）、音頻軌道電路（舊（原）系統）、號誌無線電、號誌機等道旁號誌子系統。新舊（原）道旁號誌系統區域佈置概念（詳圖 5），橙色區域為舊（原）號誌系統（A21 站以北

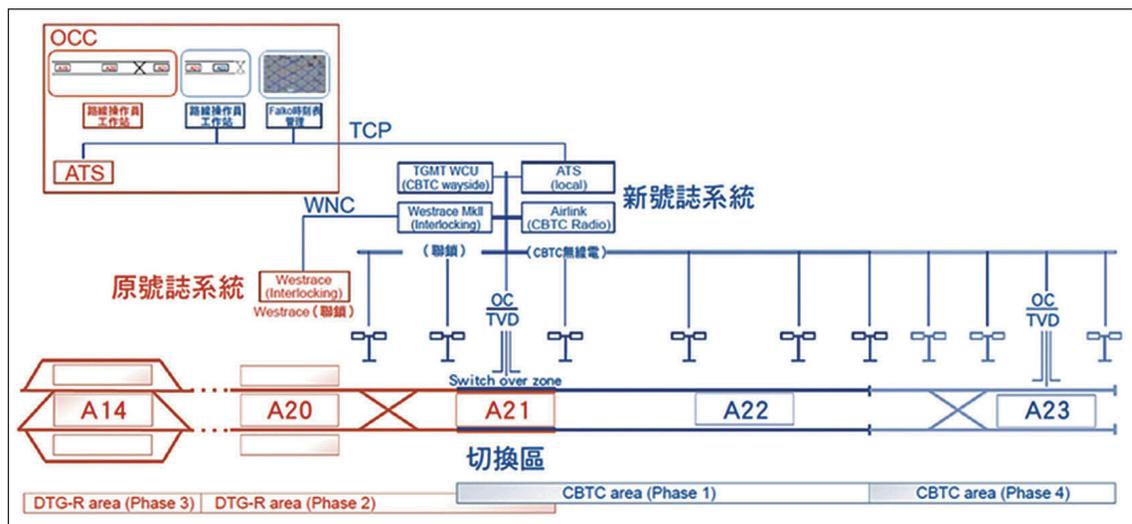


圖 5 新舊（原）道旁號誌系統區域概念



至 A1 站) DTG-R, 採 MKI (音頻軌道電路搭配 APR / 信標); 藍色區域表示新號誌系統建置範圍, 採 MKII (計軸器搭配 Balise / 信標), A21 站作為兩系統切換區的邊界站, 列車駕駛員必須於此站, 進行手動的切換以行駛於新舊號誌系統之間(配合上下行方向所進入之系統區域), 新舊(原)道旁號誌系統配置說明:

- (1) 舊(原)系統於 A21 站尾端上下行增設號誌燈及 6 個信標(上下行各三個), 以利列車從 A22 站往 A21 站進站時原車載系統能預先定位。
- (2) 新系統為因應 A21 站的車載系統切換, 於 A21 站進站前, 佈置(新增)號誌無線電、計軸器、信標, 為了幫助新系統於列車往 A21 站進站前, 即能檢知列車並開始定位。

## 2. A21 站作為新舊(原)號誌系統的切換站, 整合上面臨的問題

A21 站作為新舊(原)號誌系統的邊界站, 基本上須滿足當列車由舊(原)號誌進入新系統時, 當載入正常營運班表下, 自動列車調度(ATR, Automatic Train Regulation)能自動成立, 讓列車能順利行駛往返 A22 站, 且不會造成路徑設定衝突的安全疑慮。

新增路段雖已通過 RAM 展示所有 KPI 的測試, 且經 112 年 7 月營運至今的異常樣態統計, 只剩 A21 站月台門異常告警(PSD-AO)及 A21 站的靜態 EB 等兩項非常態樣態, 其發生的頻率相較於其他態樣雖較為頻繁, 經確認並無營運安全之虞, 也不影響營運的

準點率, 後續仍由新建團隊持續的優化並研析原因如下:

### (1) A21 站月台門告警異常(PSD-AO):

當列車欲由舊號誌系統(DTG-R)進入至新號誌系統(TGMT)時, TGMT 系統在 A21 站會發出「月台門(PSD)異常開啟」之告警。分析其原因: 當列車南下行駛並停妥於 A21 站的過程中, 新、舊號誌系統兩套 ATP 均會監督 PSD 狀態, 以確保行車安全, 唯有在列車完全靜止於正確的月台停車點(「完全駐車」), 號誌系統才會發出訊號允許 PSD 開啟。於此同時, 由於 A21 站南下列車傳送給 PSD 之訊號仍屬於 DTG-R 所主導, 當 DTG-R 已經判定安全無虞並通知 PSD 開啟的瞬間, 會偶然發生 TGMT 系統 ATP 評估仍處於「列車尚未為靜止狀態」, 故 TGMT 在 A21 站會發出「PSD 異常開啟」之告警, 則會觸發 PSD-AO 之誤告警訊號。鑒於上述, 該異常肇因可分為兩部分探討「時間點問題」與「定位不確定性」。

「時間點問題」係起因於兩個 ATP 系統內部處理時間差異可能導致 DTG-R 比 TGMT 早一步判定列車已達到釋放月台門開啟訊號之條件。第二個問題則為「定位不確定性」, 其係起因南下列車於 A21 站過低的列車趨近速度(主因於作為末端站的進站速度, A21 站原為末端站)。對於 TGMT 系統而言, 列車慢速行駛時, 例如低於 10 km/h, 督卜勒雷達(Doppler rader)感測器的測量資訊會有較大的誤差, 繼而導致位置之不



確定性相對增加。停車位置、慢速和雷達誤差之組合，偶爾會造成已確定的列車位置與非維生停車範圍不一致。依據 TGMT 之安全設計，倘若 DTG-R 在這些情境下開啟 PSD，則監視的 TGMT 之 ATS 系統將視之為異常 PSD 開啟，並觸發相應告警，但實際上此時列車仍屬於安全營運之狀態，這類告警屬於於不必要之誤告警。

經由前揭論述觀察，為減緩／降低 PSD AO 告警發生之頻率，建議先將月台門系統調整一至兩秒的延遲時間，以作為現階段的營運模式。未來將優化 TGMT 系統，即 TGMT 未接管列車前抑制此 PSD AO 告警（目前正由 R&D 持續研發中），作為永久解決之方案。

## (2) 切換列車控制系統當下發生靜態緊急煞車 (EB, Emergency Brake)：

經工程改裝後之列車，車上同時存在兩套號誌系統之設備，當兩獨立列車控制系統進行切換時，電聯車電路系統所反應之行為，其係由新系統與舊（原）系統界接所引起。當 DTG-R 切換至 TGMT 或由 TGMT 切換至 DTG-R 時，偶有列車靜止狀態下發生緊急煞車之情況，為找出其根本原因，針對電聯車電路設計進行詳細分析，期能提出因應的減緩措施，分析說明如下：經查證靜態 EB 發生與緊急煞車繼電器電路分支的短暫斷電有關，儘管該異常係主要與供電電壓之瞬間中斷有關，由於 EBRI 繼電器與其自身輸出接點串聯，繼而受影響之繼電器輸出無法自行恢復，導致該

分支中各元件的連鎖反應所招致之最終結果。

計畫也針對列車控制系統切換設計進行相關的安全確認，確認所選之接點繼電器均符合低壓控制裝置、控制設備和切換開關元件相關標準之規定；亦針對所有用於操作切換雙車載號誌系統間，配置於繼電器端子板 (RTB) 內之繼電器開關，均依據 EN50126-2 和 EN50129 之標準納入設計考量；依 SIL4 安全邏輯設計考量，列車並不允許有兩套車載號誌系統同時介入煞車系統，因此在雙號誌系統切換的過程中，必須採取先斷後接的設計，其系統切換過程之時間差，必然引致該繼電器之迴路瞬間中斷，進而可能造成列車其他繼電器之連鎖反應，導致 EB 訊號被觸發，因雙車載號誌系統中的其中之一發生故障或進行干預時，運行中的列車會固定採用緊急煞車，其可稱之為「正確側故障 (right-side failure, RSF)」，經評估應不屬於系統異常，且透過妥善的操作程序即可將列車回復正常營運的狀態，對雙車載號誌系統和煞車系統之安全性不會產生影響，煞車系統安全性業經由安全評估人員進行安全評估並取得相關安全評估報告 (ISA)。

## 四、新、舊號誌系統的 ATS R9K/SCS 整合驗證測試

舊路段 A21 站延伸路段至 A22 站，新、舊號誌系統區域概念如圖 6，係以連鎖邊界 (IXL Boundary) 作為一個分界面，橙色區

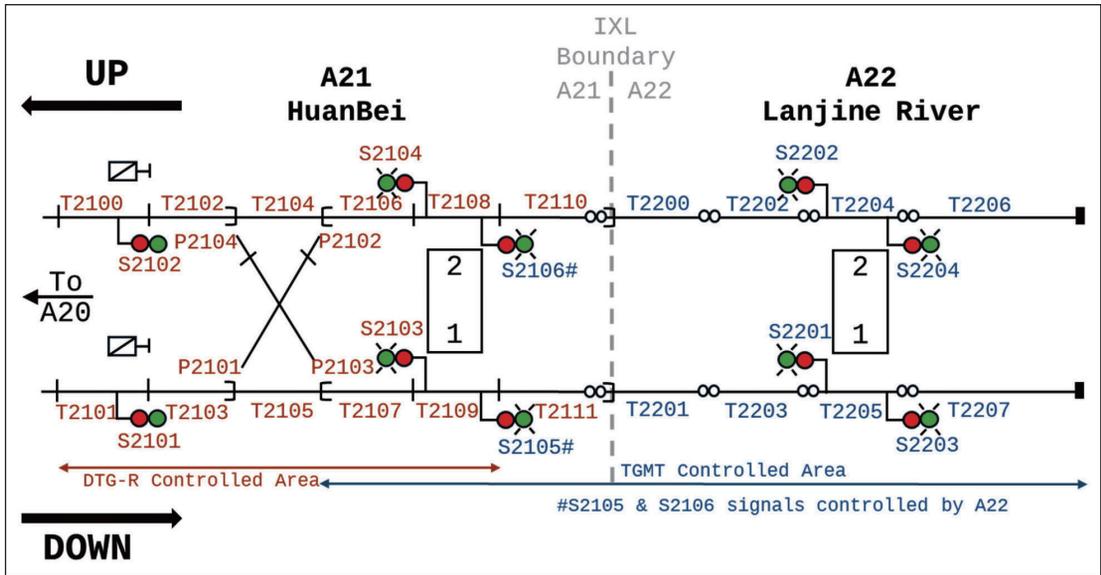


圖 6 新、舊號誌系統延伸路段 A21-A22 區域架構

域係指舊號誌系統 DTG-R 控制區，採用既有 Westrace MKI 進行通訊聯鎖、ATS 透過 Service Control System (SCS) 作為界面功能管理；藍色區域係指新號誌系統 TGMT 控制區，新建置 Westrace MKII 進行通訊聯鎖、ATS 則以 Rail 9000(R9K)作為界面功能管理。

當舊路段 A21 站延伸路段至 A22 站的號誌系統硬體建置完成後，後續依據界面整合測試程序，進行新號誌 ATS (R9K) 與舊號誌 ATS (SCS) 界面功能的驗證測試。

新、舊號誌系統界面整合測試程序，說明如下：

1. 初始測試階段，驗證新、舊號誌系統之間的連線測試

新、舊號誌系統在正常營運且保持連線的條件下，首先要確認雙方保持訊號連線同

步，當其中一方呈現離線狀態時，另一方能監控系統的連線狀態；其次驗證測試模擬 R9K 與 SCS 離線的反應，首先模擬 R9K 離線狀態，SCS 會持續傳送連線訊息，當嘗試與 R9K 連線三次失敗後，SCS 與 R9K 的連線將被認定已中斷，隨後進行 R9K 系統重啟，並由 SCS 傳送連線訊息至 R9K，確認雙方連線恢復並可正常接收訊息。反之模擬 SCS 離線狀態，R9K 同樣會持續傳送連線訊息，當嘗試與 SCS 連線三次失敗後，R9K 與 SCS 的連線將被認定已中斷，隨後進行 SCS 系統重啟，並由 R9K 傳送連線訊息至 SCS，確認雙方連線恢復並可正常接收訊息。

2. 驗證新、舊號誌系統之間的資料傳輸

前置條件 R9K 與 SCS 保持連線，並將列車停放置 A21-A22 區間，測試發送相關指令資訊之完整性，確保系統之間資訊傳輸未遭



失或錯誤，同時測試新、舊系統之間的資訊相容性並能正確解析與處理。

- (1) R9K/SCS 是否收到雙方傳送的指令資訊：  
首先由 SCS 發送「資料傳送需求」給予 R9K，並可得到 R9K 的回復確認，接著測試 R9K 陸續發送「資料傳送需求」相關資訊（如 Switchover Controls、Train Berth Report、Code RED、Code AMBER 等）給 SCS 接收確認，確認雙方的指令資訊相容並可正常執行。
- (2) R9K 是否能收到由 SCS 傳送的任務資訊：  
SCS、R9K 同時載入班表，並由 SCS 修改原班表資訊（更改班表只能在 SCS 進行），驗證方式由 SCS 發送「任務傳送需求」給 R9K 的回復確認，接著測試 R9K 陸續發送（如 TAlloc Report、Switchover Controls、Trip Cancel Cmd、Trip Create Cmd、Trip Edit Cmd、Train Berth Report 等）給 SCS 接收確認，確認雙方的任務資訊相容並可正常執行。

### 3. 驗證載入班表及既有班表的修改（如新增與取消及編輯列車車次等）

當新（R9K）、舊（SCS）號誌系統間的傳輸功能被確認後，後續將驗證由 SCS 載入的班表，經修改班表的車次（如新增、取消及編輯車次等），並輸入對應修改車次所需資料（如變更目的地碼、列車／車次編號、路徑控制等），SCS 依據修改需求向 R9K 發送資訊，R9K 接收資訊並對應班表修改資料進行相對應的調整。

### 4. 驗證列車動向預測

- (1) 驗證 SCS 與 R9K 之間的列車資訊預測交換：  
當列車需於 SCS 與 R9K 區間往返時，SCS 與 R9K 係以 A21 作為一個切換站，當列車於 SCS 區域載入班表資訊並指派列車前往 A21 站月台，SCS 需提供時刻表資訊（有效車組編號及列車動向行程）給予 R9K，確認 R9K 可接收到 SCS 傳送之列車動向資訊。

反之，當列車由 A22 站（終點站）出發並指派列車前往 A21 站月台，R9K 需提供時刻表資訊（有效車組編號及列車動向行程）給予 SCS，確認 SCS 可接收到 R9K 傳送之列車動向資訊，作為兩個系統之間的列車資訊交換並正常運作。

- (2) 列車雙向移動停留點的確認：  
SCS 和 R9K 之間列車雙向移動停留點的確認，當列車於下行由 A20 往 A21 站行駛，途經軌道電路 T2103 與 T2105 時（如下圖 7），即會觸發佔據／淨空之訊號給 R9K，SCS 會依照列車之動向資訊（行駛／調度至 A21 站上行或下行）傳送給 R9K，通知即將有列車即將進入 A21 站，並隨著列車輪軌所經過的每段軌道電路，不斷傳送佔據之訊號，確認列車所停留之區間位置；當列車行駛進入 A21 站（軌道區間 T2109）佔據時，此時 DTG-R 需完成系統切換至 TGMT，因列車將離開 A21 站進入新號誌系統區域（A22 站）。

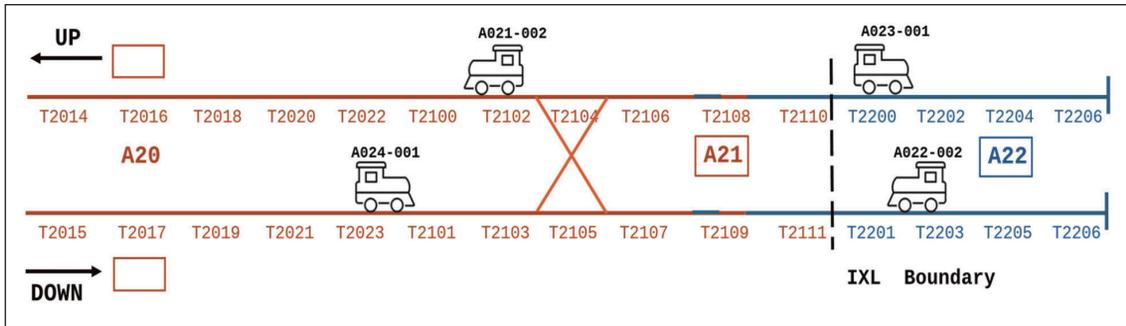


圖 7 列車雙向移動停留點的確認

承上述，依照 SCS 所排定列車之動向資訊（行駛／調度至 A21 站上行或下行），當列車由 A22 往 A21 站行駛，途經軌道電路 T2011 或 T2110 時，亦會觸發佔據／淨空之訊號給 SCS，通知即將有列車即將進入 A21 站，並隨著列車輪軌所經過的每段軌道電路，不斷傳送佔據之訊號，確認列車所停留之區間位置；當列車行駛進入 A21 站（軌道區間 T2109 或 T2108）佔據時，此時 TGMT 需完成系統切換至 DTG-R，因列車將離開 A21 站進入舊號誌系統區域（A21 ~ A1 站）。因雙號誌系統需同時保存運作，故於既有軌道電路（T2103、T2102）開始設置新系統信標設備，同時也在新系統區域軌道電路（T2111、T2110）設置舊系統信標設備，係為兩套系統必須相互監視列車佔據訊號，待確認系統切換／接管後，便可擁有獨立控制之權限。

5. 當列車於 A21 站進行新、舊系統切換時，列車門及月台門的連動性

A21 站作為新、舊號誌系統列車的切換

站，並藉由單線雙向行駛的測試，以驗證兩系統間的切換控制，列車動向資訊及通訊協定資料的相互傳遞。

- (1) TGMT 系統接管：SCS 向 R9K 發送列車動向資訊，當列車已進 A21 站停妥，列車門及月台門此時連動開啟，確認旅客上下車完畢，列車門及月台門此時連動關閉。此時 SCS 向 R9K 會發送接管通知，將進行切換至 TGMT 控制權啟動後，列車由 A21 站發車行駛前往 A22 站。
- (2) DTG-R 系統接管：R9K 向 SCS 發送列車動向資訊，當列車已停妥 A21 站，列車門及月台門已此時已關閉，確認旅客上下車完畢，列車門及月台門此時連動關閉。此時 R9K 向 SCS 會發送接管通知，將進行切換至 DTG-R 控制權啟動後，列車由 A21 站發車行駛前往 A20 站。

## 五、結語

機場捷延伸線 A22 站工程總體施工工期耗約長達近 3 年 10 個月的時間，其中包括基



本設計約 1 年；另完成 20 輛普通車的改車，包括車載號誌的研析、安裝、靜動態測試約耗時長達 2 年，這其中耗時約 1 年 5 個月進行首列車的研析及完成確認驗證首列車的靜、動態測試；後續再耗時約 7 個月完成所有列車的改裝；最終進行道旁與新舊 ATS 號誌系統軟體上的整合測試。

由於 A1 台北車站至 A21 環北站間自通車至今已近 8 年多的時間，營運單位已熟悉舊系統的營運操作模式，如今新增一套號誌系統同時的併行操作，從營運單位的操作角度來看，容易產生習慣性的差異比較，營運單位總希望新建的系統能盡量比照舊系統，以減少營運操作上多樣性的風險，但回歸到系統的本質，它終究是存在著兩套不同的號誌系統，由於舊號誌系統非屬新號誌系統廠商所提供的系統，其間的差異性是必然存在。這些營運操作面的差異性，常需透過營運單位的適時回饋，才能讓新建單位了解其間存在的差異，讓營運單位儘早適應兩者間的差異並建立營運上相對應的 SOP；同時也要求新的號誌設備廠商，不斷優化新系統與舊系統間的整合，讓兩個系統間的差異越趨縮小，機捷延伸線所完成的雙號誌系統整合工程，為國內過往捷運工程中前所未有的案例，相關整合的經驗，仍有待時間一點一滴慢慢的累積與成長。

如今旅客乘坐機捷前往老街溪步道慢步品嚐美食，當列車緩緩駛入 A21 環北站，隨著月台門開啟與關閉，列車再次移動前往目的地 A22 老街溪站時，此刻乘客完全感受不到兩套號誌系統的切換，這就是一車到底的服務，步出車站，老街溪，我們來了。

## 參考文獻

1. 台灣桃園國際機場聯外捷運系統建設計畫機電系統統包工程 ME01 標文件編號 CKS-ME01-DDD-ESN-0003，號誌系統細部設計：延伸概念，英商英維斯，99 年 4 月。
2. 台灣桃園國際機場聯外捷運系統建設計畫機電系統統包工程 ME01 標 CDS 文件編號 CKS-ME01-DDD-ESN-2002，號誌系統細部設計：ATC 號誌原則，英商英維斯，99 年 7 月。
3. 機場捷運增設機場第三航廈站 (A14 站) 暨延伸至中壢火車站建設計畫機電系統工程 ME06A 標文件編號 CKS-ME06A-DDD-ESN-0016，系統設計規範 - 列車駕駛功能，德國西門子，109 年 9 月。
4. 機場捷運增設機場第三航廈站 (A14 站) 暨延伸至中壢火車站建設計畫機電系統工程 ME06A 標文件編號 CKS-ME06A-DDD-ESN-0029，Trainguard MT 硬體規格說明 - 車載，德國西門子，109 年 10 月。
5. 機場捷運增設機場第三航廈站 (A14 站) 暨延伸至中壢火車站建設計畫機電系統工程 ME06A 標文件編號 CKS-ME06A-FDD-ESN-0020，ME01 既有號誌系統設計文件更新，德國西門子，110 年 4 月。
6. 機場捷運增設機場第三航廈站 (A14 站) 暨延伸至中壢火車站建設計畫機電系統工程 ME06A 標文件編號 CKS-ME06A-DDD-ESN-0036，列車特性需求，德國西門子，110 年 5 月。
7. 機場捷運增設機場第三航廈站 (A14 站) 暨延伸至中壢火車站建設計畫機電系統工程 ME06A 標文件編號 CKS-ME06A-IDD-ESN-0005，IXL 細部界面規範 (A21)，德國西門子，110 年 12 月。
8. 機場捷運增設機場第三航廈站 (A14 站) 暨延伸至中壢火車站建設計畫機電系統工程 ME06A 標文件編號 CKS-ME06A-IDD-ESN-0006，界面規範 SCS-Rail9K，德國西門子，111 年 4 月。
9. 機場捷運增設機場第三航廈站 (A14 站) 暨延伸至中壢火車站建設計畫機電系統工程 ME06A 標文件編號 CKS-ME06A-IDD-ESN-0001，細部界面規範 (車載)，德國西門子，111 年 10 月。
10. 機場捷運增設機場第三航廈站 (A14 站) 暨延伸至中壢火車站建設計畫機電系統工程 ME06A 標文件編號 CKS-ME06A-FDD-ESN-0014，列車調度與派遣規範，德國西門子，113 年 9 月。
11. 李文杰、陳永森、何建薰、陳諾賢、陳景池、史春華、王村竹、吳鳳慶、劉建宏，「機場捷運與延伸線號誌系統的共融性」，中國工程師學會會刊第 95 卷 01 期，111 年 3 月。