

目次

壹、前言	1
1.1 訓練目的	1
1.2 課程紀要	2
貳、訓練內容	27
2.1 Cityflo 650 控制概述	27
2.2 中央控制系統	35
2.2.1 行控中心設備	35
2.2.2 行控中心電腦畫面	61
2.3 道旁控制系統	84
2.3.1 自動列車保護系統配置	85
2.3.2 自動列車運作系統配置	89
2.3.3 電源機箱	94
2.3.4 列車註冊系統	97
2.3.5 偵測列車出現	100
2.3.6 轉轍器設備	112
2.3.7 月台門控制設備	121
2.4 電聯車控制系統	132
2.4.1 電聯車設備	132
2.4.2 推進系統	183
2.4.3 車載自動列車控制設備	201
參、舊金山機場 AirTrain 系統	217
肆、心得與建議	255
4.1 心得	255
4.2 建議事項	266

壹、前言

1.1 訓練目的

本次出國訓練係配合捷運局木柵延伸（內湖）線工程 CB370 機電系統標合約之國外訓練，本合約之國外訓練共計 9 梯，預計在今（95）年執行完畢，本次訓練為第五、六梯次 Off-Site Trainers & Key Engineers Pittsburgh and SDC Familiarization Training 訓練，受訓人員共有 11 位，包括領隊中運量運輸處運務中心木柵行控中心主任控制員黃進立、中運量運輸處電機廠自動控制小組組長呂秉勳、車輛廠副工程師蕭佳宏、車輛廠股長林允士、車輛廠股長曹健華、車輛廠領班張源慶、木柵運務中心助理工程師何儒雄、木柵行控中心系統控制員林廉智、電機廠自動控制組領班黃家仁、電機廠自動控制組技術士 于宜斌、電機廠軌道股領班林世楨。訓練天數為期 60 日(含例假日及搭機往返時間)，係以了解未來捷運內湖線系統營運、設備維修及擔負國內轉訓及經驗傳承為主，訓練的地點為美國，包括匹茲堡及舊金山等 2 個城市，其中匹茲堡為內湖線機電系統合約承商龐巴迪 (Bombardier) 公司之電聯車組裝及行控號誌機電設備組裝工廠所在地，舊金山機場 AIRTRAIN 系統則使用與內湖線相同之龐巴迪 Cityflo 650 控制系統，訓練重點為吸取 Cityflo 650 CBTC 通訊式自動列車控制系統等先進國外捷運技術及相關系統維修保養經驗，了解未來廠商交付之設備及其組裝過程，觀摩已在營運之相同系統運作情形，藉以強化未來內湖線之整體營運，設備維修及保養以提升整體服務品質。

1.2 課程紀要

日程	日期 (星期)	課 程	訓 練 課 程 重 點	備註
第一天	95.08.04 (星期五)	• 23:50 自桃園中正機場搭飛機於洛杉磯轉機至 8 月 5 日 07:00 抵達匹茲堡	Bombardier 組裝工廠附近環境介紹	
第二天	95.08.05 (星期六)	例假日		
第三天	95.08.06 (星期日)	例假日		
第四天	95.08.07 (星期一)	<ul style="list-style-type: none"> • 上午：內湖線系統與訓練簡介電聯車組裝作業流程介紹、營運維修服務中心運作，Cityflo 650 系統介紹 • 下午：零件組裝工廠瞭解。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 講師簡介 講師一 :Richard Boehm 系統操作手冊編寫部門經理,原西屋電氣核能部門工程師。 2. 講師二 :Benjamin Kundman 大學畢業,專長機械工程,主要負責車輛系統 Bombardier 工作經驗四個月。 3. 課程:訓練課程簡介及系統簡介 4. 說明 Bombardier 公司運輸系統部之營運維修服務中心業務內容及流程。 5. 內湖線機電控制系統龐巴迪公司 Cityflo 650 之核心技術內容、移動區塊 Moving Block 號誌原理及列車控制及通訊系統 CBTC 之運作方式。 6. 瞭解組裝工廠作業現場電聯車之組裝流程及各階段之作業與時程，同時現場實地了解電聯車之組裝進度。 	
第五天	95.08.08 (星期二)	<ul style="list-style-type: none"> • 上午：設計文件圖說簡介設備零件編碼簡介 • 下午:電聯車簡介 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 介紹龐巴迪公司之設計文件圖說的種類及管理方式 2. 介紹設備零件編碼及其應用，並帶領學員至工廠實地 	

			<p>瞭解設備零件編碼之設置位置及其所代表之意義。</p> <p>3. 電聯車各子系統概述，並介紹電聯車設計文件圖說之閱讀方法。</p>	
第六天	95.08.09 (星期三)	<ul style="list-style-type: none"> • 上午：電聯車圖式解說 • 下午：電聯車電力系統概述 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 瞭解 Bombardier 龐巴迪交通公司最新一代的行車監控系統，CITYFLO 650 system 的基本設計與運作概念。 2. 瞭解電聯車電子電路與電力系統區塊圖及介紹電子設備設置的目的與相關位置的佈置。 	
第七天	95.08.10 (星期四)	<ul style="list-style-type: none"> • 上午：車門、推進與空調簡介 • 下午：推進設備實驗室介紹 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 介紹電聯車之車門系統、推進系統與空調設備。車門控制重點：介紹車門各項元件之配置，簡介車門控制電路，並說明車門開啓力為 13.1 尺-磅；推進設備：動力裝置、輔助設備與電池充電箱（簡稱 PLT）。 2. 介紹推進系統實驗室之功能與運作方式該實驗室之控制中心可模擬各種形式之電聯車推進換流器設備，並利用直流電動機當作負載，可完全進行電聯車之推進控制與訊號量測，並利用電腦設備收集運轉資料進行分析。功能強大惟建設經費龐大，屬實驗室級設備。 	
第八天	95.08.11 (星期五)	<ul style="list-style-type: none"> • 上午：電聯車空壓系統、轉向架、胎壓偵測裝置簡介 • 下午：電聯車設備重點複習 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 介紹電聯車空壓設備之位置及運作原理。 2. 介紹電聯車轉向架之構造，並解釋一般煞車及緊急煞車之差異性。 3. 解說胎壓偵測器之偵測原理及那些情況下會產生胎壓警訊。 	

第九天	95.08.12 (星期六)	• 本日為星期例假日		
第十天	95.08.13 (星期日)	• 本日為星期例假日		
第十一天	95.08.14 (星期一)	• 上午：電聯車自動控制系統 • 下午：VATC 設備概述與操控	1. 瞭解 Vehicle ATC system 之子系統之零件架構與控制功能，確認 VATC 與其他系統的介紹 2. 概述列車 VATC 設備組成與位置，瞭解 VATC 介面與列車手控操作及列車線設置的目的與功能。	
第十二天	95.08.15 (星期二)	• 上午：電聯車 ATC 設備簡介 • 下午：電聯車 ATP 簡介	1. 介紹電聯車之自動控制設備之相關控制功能。 2. 介紹自動列車保護控制設備之相關控制功能。	
第十三天	95.08.16 (星期三)	• 上午：列車控制原理簡介 • 下午：解說障礙物偵測原理	1. 解說列車行進所遵循之速度指令及其控制原理。 2. 列車接近預定停靠的車站時，Vehicle ATC 將依照預定路線或 Region ATC 所指定的路線，來判斷列車停靠於車站時所佔用的位置，並計算列車目前位置至車站停靠位置的距離，藉此來控制列車進站的加減速，以達列車平穩停靠車站的目的項。	
第十四天	95.08.17 (星期四)	• 上午：電聯車 ATC 可攜帶式測試單元(PTU) • 下午：列車線電路圖之邏輯控制及 VATC system 各式列車線之組成與作動原理。	可攜帶式測試單元(PTU)之課程重點：主要由道旁 ATC 模擬器(VAST)、可攜帶式測試裝置與輸出圖形機所組成。可攜帶式測試單元(PTU)主要是讓 PTU 程式與列車的 VATC 通訊裝置(VATO、VATP)及邏輯繼電器電路裝置執行列車上所有 PTU 的功能，提供顯示列車行進相關紀錄與事件、偵測列車故	

			<p>障警訊，再利用輸出圖形機輸出數據、圖表提供檢修人員進行故障檢修、尋找故障點。</p> <p>2. 電聯車列車線包含:緊急列車線、列車門控制列車線、推進失效與推進電源關閉列車線、應用持續煞車列車線、解聯控制列車線、列車長度/位置列車線、休眠模式/自動/手動模式與列車自動控制正常列車線、持續列車自動控制列車線、障礙偵測與列車重置制列車線、列車門阻礙列車線。</p>	
第十五天	95.08.18 (星期五)	<ul style="list-style-type: none"> 上午：電聯車列車線控制 下午：行控中心設備簡介 	<ol style="list-style-type: none"> 介紹電聯車列車線控制及CM 模式之 ATP 控制迴路。 說明行控中心各項主要設備網路架構及設備主件功能。 	
第十六天	95.08.19 (星期六)	<ul style="list-style-type: none"> 本日為星期例假日 		
第十七天	95.08.20 (星期日)	<ul style="list-style-type: none"> 本日為星期例假日 		
第十八天	95.08.21 (星期一)	<ul style="list-style-type: none"> 上午：行控中心操作簡介、行控中心課程概述、系統開、關機程序簡介 下午：行控中心設備位置介紹、行控中心畫面功能介紹 	<ol style="list-style-type: none"> 未來內湖線行控中心電腦畫面操作方式與 Windows 作業系統操作方式類似，除部分設備畫面採圖像方式表現外，其他則採用表單及對話方塊的方式來進行操控 操控軟體的控制主畫面共有 7 個： <ol style="list-style-type: none"> 管理 (Administrative) 列車控制 (Train control) 車站控制 (Station control) 運轉控制 (Traffic control) 電力控制 (PDS) 選擇系統狀態 (Select 	

			System Mode)7.環境控制系統 (Environmental Control System Operation)	
第十九天	95.08.22 (星期二)	<ul style="list-style-type: none"> 上午：行控中心設備重點複習 下午：行控中心模擬器設備及控制面板操作 	1. 行控中心設備操作員必要時必須按下位於控制面板上之緊急按鈕 (emergency pushbutton)，當緊急按鈕被按下時，列車將停止運轉，軌道上的轉轍器將被鎖定，同時系統亦會移除牽引力動力。	
第二十天	95.08.23 (星期三)	<ul style="list-style-type: none"> 上午：行控中心軟體操作 下午：行控中心軟體操作 	1. 介紹行控中心電腦各項操作畫面與電聯車運轉路徑設定。	
第二十天	95.08.24 (星期四)	<ul style="list-style-type: none"> 上午：道旁控制 ATC 系統概述 下午：道旁控制 ATP 機箱設備功能概說 	<p>1. 道旁 ATC 概述(Wayside ATC Overview)木柵及內湖線畫分成 6 個 Region，分別為內湖機廠、B5-B11、BR1-B4、BR2-BR7、BR8-BR13 及木柵機廠。</p> <p>2. 每個 Region 的 ATP、ATO、BDR 機箱，則集中設於該 Region 控管車站中的其中一站，Region 1 至 Region 6 其設備機箱設置車站分別為：分別為內湖機廠、B8、B2、BR4、BR10 及木柵機廠。</p> <p>2. 道旁 ATP(Region ATP)機箱之組成</p> <p>1.VME(Versa Modular Eurocard)x22. 連接器面板總成(Connector Panel Assemblies)x2</p> <p>3.終端盒面板(Terminal Block Panel)系統 A 及 B</p> <p>4.就地模式面板</p> <p>5.斷路器面板 x2</p> <p>6.電源供應插座</p> <p>7.維生系統繼電器 x4</p> <p>8.突波保護終端模組總成 x2</p> <p>9.220V 交流電源座總成</p> <p>10.機箱 24V 及 36V 電源供應器</p>	

第二十二天	95.08.25 (星期五)	<ul style="list-style-type: none"> • 上午：概述分區 ATC 系統 • 下午：RATC/RATO 設備概述功能簡介 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 概述分區 ATC 設備組成與位置，瞭解分區 ATC 介面與分區 ATP 設置的目的與功能。 2. 概述分區 ATC 與分區 ATO 設置的介面與功能。 3. 分區 ATC 有獨立的 ATO 子系統，稱為分區 ATO。每部分區 ATO 子系統，包括獨立的主要與備用系統。主要與備用分區 ATO 系統，能從所屬分區收集資料，但是唯有當值的系統才能發出指令和要求。分區 ATO 執行引導列車行進方向和車站運作的非安全功能。基於支援這些功能，分區 ATO 負責針對道旁的不同裝置，與 ATP 進行各種非安全性的列車行進控制指令與命令確認。每部分區 ATO 的相關系統狀態和控制資料，均在經過處理之後，送回行控中心的 ATS，在該處顯示系統的最新狀態。分區 ATO 經由 Transmission Network System(TNC)接收分區 ATP 指令負責功能如下:控制月台門開關、管理列車路線、列車初始化、列車停靠站時間、旅客資訊顯示、行控中心與分區 ATP 之間傳輸界面、現場設備警訊回傳至行控中心。 	
第二十三天	95.08.26 (星期六)	<ul style="list-style-type: none"> • 本日為星期例假日 		
第	95.08.27	<ul style="list-style-type: none"> • 本日為星期例假日 		

二十四天	(星期日)			
第二十五天	95.08.28 (星期一)	<ul style="list-style-type: none"> 上午：道旁設備功能說明 下午：介紹道旁設備月台門控制系統及 TRS 設備功能。 	<ol style="list-style-type: none"> 介紹道旁 ATO 設備、無線電系統機箱與現場說明設備機箱相關配置。 CITYFLO 650 之 Region 道旁設備針對列車位置分別由 RATP 與 TRS 獨立監控，兩套設備有其獨立之 Tag reader 進行列車 ID 讀取，故若 Region ATP 故障，只要進行 RATP 重置，無須手動駕駛該 Region 全部列車進行初始化，系統會依據 TRS 內之資料將該 Region 之列車數量資料回送 RATP，該 Region 即可繼續自動駕駛與控制電聯車。 	
第二十六天	95.08.29 (星期二)	<ul style="list-style-type: none"> 上午：Wayside ATC 資料傳輸及功能介紹 下午：測試軌設備介紹 	<ol style="list-style-type: none"> 在 RATP 和 VATP 之資料傳輸 <ol style="list-style-type: none"> Region ATP 傳送至 Vehicle ATP 之訊息如下：列車 ID、偵測對車的數量、衝突點的位置和類型、Segment 的 ID 和速度限制及 Region 的編號。 Vehicle ATP 回傳至 Region ATP 的訊息如下：VATP 系統版本、列車 ID、VATP 初始化狀態、Footprint 位置、列車運轉狀態、車門和剎車系統的狀態、列車速度及虛擬佔用位置。 在 RATO 和 VATO 之資料傳輸 <ol style="list-style-type: none"> Region ATO 傳送至 Vehicle ATO 的訊息如下：下一個停靠車站的月台 ID、乘客資訊、列車停靠站時間調整指令及性能修改數據。 Vehicle ATO 傳送至 Region 	

			ATO 的訊息訊息如下：對車 ID、對車狀態、列車運轉模式、列車的速度和加速度、門指令和狀態、車輛警訊、ATO 軟體和地圖版本、ATP 軟體和地圖。	
第二十七天	95.08.30 (星期三)	<ul style="list-style-type: none"> 上午：Wayside ATC 系統設備總結 下午：行控中心軟體操作 	1. Wayside ATC 系統設備總結 課程內容重點:Wayside ATC 控制流程圖，Wayside ATC 系統設備之主要控制機箱由 Region ATP、Region ATO、Region BDR、Remote I/O ATP 及電源供應機箱所組成，區域自動列車保護 RATP 是 Wayside ATC 系統的主要子系統，此系統具有維生安全功能，負責執行維生路線聯鎖功能，包括車站月台門控制、月台與車站點矩陣顯示器、轉轍器控制及銜接區域 ATO 和利用無限電通信追縱列車位置與監控行進中的列車，並執行聯鎖功能，確保列車安全區域。區域 ATP 包括主要與備用系統。Region ATO 主要是由聯結器、限制禁區裝置、電源供應器、維生繼電器、突波保護終端裝置及可程式邏輯控制器所組成、主要是執行非維生功能包含月台門控制、列車路線管理與初始化、列車停靠站時間及現場設備警訊。	
第二十八天	95.08.31 (星期四)	<ul style="list-style-type: none"> 上午：電聯車列車控制與通訊系統說明 下午：列車控制之 MVB 各連接線之控制功能說明 	1. 課程內容重點為電聯車各子系統透過 BT 公司之 MITRAC 系統，藉由 MVB (Multifunctional Vehicle Bus) 進行單一車廂內之通訊連結，並由 TCN (Train Control	

			Network)之整合後，經由 Gateway 閘道送至 WTB (Wire Train Bus)，並由 WTB 進行整列車之各車廂通訊控制。	
第二十九天	95.09.01 (星期五)	<ul style="list-style-type: none"> 上午：授課員訓練 下午：指導學員如何搜集授課教材 	1. 本項目訓練係為教導受訓學員未來如何透過適當的教授方式及技巧，將自身所學的技能及知識，轉授給本公司的其他同仁。課程內容將包含兩部分，一為知識理論，另一為技巧課程，每位學員皆需準備 1 至 2 個科目，並實際講述其所準備的教材，教材內容需包括理論及實作課程，講述完畢後再由所有學員及授課講師來進行討論該課程的，以達彼此學習的目的	
第三十天	95.09.02 (星期六)	<ul style="list-style-type: none"> 本日為星期例假日 		
第三十一天	95.09.03 (星期日)	<ul style="list-style-type: none"> 本日為星期例假日 		
第三十二天	95.09.04 (星期一)	<ul style="list-style-type: none"> 本日為美國勞動假放假一天 		
第三十三天	95.09.05 (星期二)	<ul style="list-style-type: none"> 上午：Inductive Loop、Check Point 及 TRS Reader 功能講解 下午：資深 Wayside ATO 軟體工程師進階功能講述 	1. Inductive Loop、Check Point 及 TRS Reader 課程內容重點: Inductive Loop 分佈於機廠區以及正線區域與區域之邊界，機廠區之 Inductive Loop 為固定區間，當列車到達此區域即宣告佔阻，正線	

			區域邊界與邊界之 Inductive Loop 其主要功能為偵測列車方向，恢復列車與區域自動列車保護 RATP 之通訊，Check Point 及 TRS Reader 主要負責監測列車位置及列車註冊功能，正線之 Inductive Loop 迴路長度不一決定於列車行駛速度。
第三十四天	95.09.06 (星期三)	<ul style="list-style-type: none"> • 上午：電聯車 ATC，車門控制之 PTU 使用 • 下午：電聯車煞車系統之油壓與氣壓控制元件，列車控制與通訊系統說明 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 安排各子系統之負責工程師進行解說，對於本公司所需負責之維修作業，各工程師說明利用 MITRAC 系統可於各子系統中連結 PTU 進行故障狀況與履歷檢查，並說明下列各設備之 PTU 故障查修方式：(1)胎壓開關之更換、定址與壓力設定方式。(2)OBATC 相關設備之故障檢查使用 PTU 之方式。(3)電聯車車門故障使用 PTU 檢查之方法。介紹行控中心電腦各項操作畫面與電聯車運轉路徑設定。 2. 道旁行車號誌與電聯車間使用無線系統進行通訊與控制，針對無線電系統進行訊號傳送之原理及相關附屬元件與連接方式均進行詳細解說，對於爾後之通訊控制問題應有較大之助益。
第三十五天	95.09.07 (星期四)	<ul style="list-style-type: none"> • 上午：射頻量測儀使用方法示範 • 下午：換流器機箱內部組成講解及車輛訊號模擬軟體操作示範 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 射頻量測儀可量測多種線路及天線之 RF 訊號，藉由量測設備訊號之強弱變化，可判斷設備是否正常或線路之故障位置，對於未來檢修人員查修故障將有非常大的助益。 2. Mitrac DCU 換流器模組二台分別控制二顆馬達牽引動

			<p>力，及一台輔助換流器模組，設計上使用兩個推進換流器控制兩顆馬達，可避免列車於彎道時，在前後方輪軸因在彎道時間不同，而造成車輪軸轉速不一致之情形。機箱內另有兩個直流推進接頭、兩個線路充電接頭、輔助接頭、直流連結電抗器、空心電抗器、輔助換流器輸出失真濾波器、電路斷路器面板、兩個鼓風馬達啓動裝置、兩個鼓風機總成、兩個繼電器面板及保險絲等設備。機箱底部並留有排水孔，防止水份滲入機箱內，以適應台灣潮濕多雨的氣候。</p>	
第三十六天	95.09.08 (星期五)	<ul style="list-style-type: none"> • 上午：Vehicle 空調設備功能概述 • 下午：Train the Trainer 	<p>1. 爲使列車箱內的溫度降低，達到冷房的效果，壓縮機把冷媒壓縮成高溫高壓氣態，然後進入冷凝器，冷凝器將壓縮機送來的高溫高壓汽態冷媒冷卻，使其液化成爲液態冷媒的場所。經由冷凝器散熱所放出的熱量爲冷媒在列車空調箱內的蒸發器汽化時所吸收的熱量與壓縮機將低壓低溫氣態冷媒壓縮成高壓高溫氣態冷媒所需熱量之和。也就是說冷凝器的散熱效果愈強，則蒸發器冷房能力也愈佳。因空氣對流效果帶走冷媒的熱量，成爲高壓低溫液態冷媒，再流入貯液筒，這貯液筒內含有乾燥劑，所以可以把水份吸收，然後進入膨脹閥，冷媒流過膨脹閥後壓力降低變成低壓低溫液態，吸收列車箱內熱</p>	

			<p>空氣後，造成冷媒吸熱蒸發汽化，借由鼓風機吹過蒸發器吹出冷風使列車箱內溫度降低，汽化後的冷媒再度由壓縮機吸入完成循環。</p> <p>2. 如何將一位本是學習者要成為講師應具備條件及講師在授課上如何去表達，在課前、課中及課後應注意那些事宜。擔位一位講師不易，培育一位講師更是艱難，在授課技巧上可透過聲音、肢體語言或是簡報方式呈現於授課中，但這些都是要經過不的練習及準備才能有所進步。</p>	
第三十七天	95.09.09 (星期六)	<ul style="list-style-type: none"> • 本日為星期例假日 		
第三十八天	95.09.10 (星期日)	<ul style="list-style-type: none"> • 本日為星期例假日 		
第三十九天	95.09.11 (星期一)	<ul style="list-style-type: none"> • 上午：訓練課程之規劃與訓練計畫之施行。 • 下午：優良訓練講師所需具備之技巧與上課過程之受訓學員課程管理及控制。 	<p>1. 課程內容說明訓練重點為訓練設計之主要達成目標，訓練師需依據學員受訓之訓練計畫與目的，進行課程系統設計，將訓練內容依成果、狀況與規則進行條件設計，並分別舉例說明各種狀況下之因應方式。</p> <p>2. 對於訓練師所需面對之學員受訓心態，例如學員劃地自限認為某單元與其工作無關而漫不經心，或者受訓學員中學習能力高低不一，甚有故意缺席者或影響整個課程</p>	

			進行之狀況……等等；對前述各項訓練師所需面對之課堂狀況與課堂管理，均有舉例分別說明，對於日後本公司之訓練師很有助益。	
第四十天	95.09.12 (星期二)	<ul style="list-style-type: none"> • 上午：課程設計介紹 • 下午：課程設計實作 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 介紹發展課程的重要組成： <ol style="list-style-type: none"> (1)分析需要進行何種訓練 (2)設計訓練課程內容(3)課程排練(4)執行訓練課程(5)學生對課程的評價(6)修改課程 2. 課程計劃重點(1)自我介紹及課程主題(2)訂定課程目標(3)介紹教材內容參考資料及其搜集途徑(4)訓練進行中須輔以教具，以達到預期的效果(5)設計學生參與課程及學生需配合的事項(6)講師必須事先準備，並預做排練(7)準備課程總結(8)設計課後測試或練習。 	
第四十一天	95.09.13 (星期三)	<ul style="list-style-type: none"> • 上午：授課員訓練訓練指引系統發展、評估之講解 • 下午：授課員訓練訓練指引系統發展、評估之講解 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本課程針對參加人員，引導其建立更為厚實的訓練專業基礎，並學習到主持訓練教學的方法與技巧，增進其在教學上溝通表達與操作互動的能力。 2. (1)能夠瞭解與正確敘述擔任內部訓練講師的角色、職責。(2).經由定期的教育訓練對實務學習與專業訓練的理論基礎，建立正確的認知。(3)懂得如何對學員的需求完成確認。(4)能夠根據學員的訓練需求來構思、規劃訓練教學的內容。(5)學習到執行訓練教學的方法與技巧，並懂得配合不同的狀況加以運用。(6)分析訓練對象的需求及首要目標快速達成教育 	

			<p>目的。能夠在主持訓練教學時操作相關的互動。得以建立或改善進行訓練教學的引導與表達能力。對訓練教學輔助設備與工具均能懂得正確的運用。(7)為自己建立更好的相關培訓理論基礎。(8)針對主持訓練實務上的工作架構、流程與措施重點更為了解及能夠掌握。學習到事前規劃準備與現場主持的相關操作性技能。(9)讓自己主持訓練有關的思考邏輯與溝通表達得以增強，經由培訓評估的角度去發揮訓練教學的效果與價值。(10)藉由教學後的訓練評估得知訓練成果藉以修正分析教學內容。</p>	
第四十二天	95.09.14 (星期四)	<ul style="list-style-type: none"> • 上午：訓練師實務演練 • 下午：訓練師實務演練 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 依各學員所選題目分別進行現場教學實務演練。 2. BT 之訓練經理 Richard 即針對各學員之優、缺點逐項進行說明，並告訴學員改進之方式，所以每當一位學員完成演練後，下一個學員便會特別注意，避免再犯同樣之錯誤，使受訓學員之授課技巧得以持續進步。 	
第四十三天	95.09.15 (星期五)	<ul style="list-style-type: none"> • 上午：訓練師實務演練 • 下午：訓練師實務演練 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 依各學員所選題目分別進行現場教學實務演練。 2. 經由 Richard 經理針對教材內容、授課技巧、表達組織能力、有否善用教學工具、與學員互動情形，是否掌握授課時間等各項評量、再次向學員提出具體的講評後，學員就多一次的吸收，進而提升了訓練講師的專業技能。 	
第	95.09.16	• 本日為星期例假日		

四十四天	(星期六)			
第四十五天	95.09.17 (星期日)	<ul style="list-style-type: none"> • 本日為星期例假日 • 下午於受訓學員於 18:15 在匹茲堡機場搭乘飛機至舊金山國際機場 PAM 系統學習 		
第四十六天	95.09.18 (星期一)	<ul style="list-style-type: none"> • 上午：舊金山國際機場捷運系統操作與維修簡介 • 下午：舊金山國際機場捷運系統操作與維修現場導覽 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 介紹舊金山國際機場捷運系統操作與維修概況：舊金山國際機場捷運系統操作與維修簡介之內容重點：介紹舊金山國際機場捷運系統基本資料：由 Bombardier 公司負責營運及維修，人員組織共 79 名員工，全線双向系統總長 10KM，9 個車站，採用高架軌道設計，車輛數為 38 cars，車輛種類為 CX-100 列車組由 2-car or 3-car 所組成之控制系統，信號控制為 CITYFLO 650 移動式區間，供電系統為 600 Volts AC 3 Phase、60 Hz，5 座電力分配站，全線通信方式可區分公共廣播系統、列車無線電電話系統、車站緊急無線電電話系統、CCTV、電子動態標誌等。 2. 現場導覽舊金山國際機場捷運系統，行控中心、信號設備房、電聯車維修場與軌道相關週邊設備。 	
第四十七天	95.09.19 (星期二)	<ul style="list-style-type: none"> • 上午：AirTrain 系統員工相關安全作業規定。 • 下午：AirTrain 電聯車之預防保養作業。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. AirTrain 系統之員工相關安全作業規定，其課程內容係說明勞工安全相關作業規定，藉由生動活潑之影帶來介紹各種安全護具之正確使用方式，另對於物質安全資 	

			<p>料表之存放及文件內容品質均有極佳之控管。</p> <p>2. 說明 AirTrain 電聯車之預防保養作業以及維修人員精簡配置，維修人員僅分早、中、晚三班，每位維修人員均需負責電聯車及道旁所有設備之維修作業，電聯車之預防保養依哩程區分為 6500、19500、39000、78000、25000 等進行，由於 AirTrain 所使用之電聯車型式為 CX-100 與內湖線電聯車之供電方式、推進馬達、煞車制動……等均不相同，僅號誌系統同為 Cityflo 650，故公司訓練學員要求先行安排至現場瞭解實際預防保養作業。</p>	
第四十八天	95.09.20 (星期三)	<ul style="list-style-type: none"> • 上午：操作 PTU 設備，量測 Radiax。 • 下午：操作 PTU 設備，量測車上天線，並切換不同天線接收值。 	<p>1. ANRITSU-S332C 型號的 PTU 設備可應用於量測電阻值、製造一個訊號源量測訊號往返的損失、VSWR 量測、功率等數值，先由授課講師教授後，再由同仁實際進行測量儀器檢測、訊號在洩波電纜中傳遞的損耗值、車底天線接收訊號檢測等操作，使同仁學以致用加深印象。</p> <p>2. 在射頻或無線電通訊系統中，經常須要連接許多零件，而這些洩波電纜、連接器及分配器皆會造成訊號的衰減，舊金山機場捷運曾發生過，水份由洩波電纜連接器處侵入，造成訊號衰減嚴重，經在外部加設不銹鋼盒後，即改善此現象。</p>	
第四	95.09.21 (星期四)	<ul style="list-style-type: none"> • 上午：介紹舊金山國際機場捷運系統操作無線 	<p>1. 舊金山國際機場捷運操作無線電與維修無線電的功能運</p>	

十九天		<p>電(ORS)與維修無線電(MRS)原理及位置</p> <ul style="list-style-type: none"> 下午：介紹 AirTrain RATP 面板操作與功用 	<p>作主要是由行控中心、Terminal 2 與列車之間傳輸。行控中心與 Terminal 2 之間傳輸是經 DTS(光纖)連接，再經由天線與列車之間通訊。維修無線電與操作無線電的設備位置在 Terminal 2(有二支天線，一支為 ORS、一支為 MRS)。列車上車廂內設有 2 組旅客對講機，2 組維修駕控台。旅客可透過旅客對講機與控制中心連絡，維修人員也可經維修駕控台發話器對列車廣播或與行控中心對話。行控中心對列車廣播有三種方式選擇(對單 CAR、一列車、全線列車)。</p> <p>2. 舊金山國際機場捷運道旁概述：就地端當值/備用選擇面板，位於 RATP 機箱正面中間。該面板包括三位控制開關，可以從 RATP 系統以手動或行控中心遙控方式，選擇啓用中(控制)區域 ATP 系統(A 或 B)。就地選擇面板還包括一組系統狀態顯示燈，每套 RATP 系統各一組。</p>	
第五十天	95.09.22 (星期五)	<ul style="list-style-type: none"> 上午：介紹 AirTrain 系統供電系統及設備。 下午：AirTrain 系統道旁轉轍器設備及運作方式 	<p>1. AirTrain 系統分別由 5 座變電站進行供電，其供電系統為因應機場所需之 24 小時營運特性，每座變電站均設置兩具主變壓器，兩具變壓器與迴路可進行供電切換及例行保養作業，可提高系統穩定度及維護操作之便利性。</p> <p>2. CX-100 電聯車之轉轍輪使用膠輪形式利用 I 型樑進行導引方向，而中央供電系統</p>	

			又一併安裝於 I 型樑上，故轉轍器型式與木柵線不同，其轉轍器之操作動力為油壓系統，並設置兩組定位油壓插銷，確保轉轍器連結正常而無法造成開岔狀況，並可利用手動油壓操作進行轉轍器扳轉及定位，較為輕易且有效。	
第五十一天	95.09.23 (星期六)	• 本日為星期例假日。		
第五十二天	95.09.24 (星期日)	• 本日為星期例假日。		
第五十三天	95.09.25 (星期一)	<ul style="list-style-type: none"> • 上午：舊金山 AIRTRAIN 系統的營運概況及 CX-100 電聯車車門系統預防保養作業 • 下午：舊金山 AIRTRAIN 系統的營運概況及 CX-100 電聯車車底設備預防保養作業 	<p>1. 在夜間維修方面: (1)為了因應機場二十四小時運作的關係，軌道維修作業可在上行軌有軌道電力之下，執行下行軌之維修工作而上行軌改為單線雙向運行。其車站之緊急斷路器（舊金山 AIRTRAIN 系統稱之為 Blue Light Station)壓下後可只斷一個方向的部份軌道電力。(2).每一個維修人員下軌道後，皆需用自己的掛鎖掛在緊急斷路器上，而非由領班一個人以掛鎖代表一組維修工作施作。(3).如果營運中，需執行下軌道至故障車手動駕駛時，該系統因軌道電力在軌道行駛路面中央且中央走道路面寬度亦超過 1 公尺以上(講授人員表示正確的寬度待查)，所以維修人員可</p>	

			<p>在一側有列車運行的狀態下行走中央走道至故障列車。</p> <p>(4).舊金山機場 AIRTRAIN 系統車站的火警偵測系統並沒連線到行控中心，而是連接至機場的消防單位。當車站有火警警訊時，是由消防單位通知行控中心，行控中心再依火警處理程序，將全線列車停於車站。除了消防單位至火警警訊發生地點處理外，行控中心亦會派人員至現場配合。火警警訊的解除宣告是由消防單位通知行控中心，行控中心於接獲通報後再恢復運轉。</p> <p>2. AirTrain 系統注重預防保養，維修人員共分為三班，今日課程即全程參與早班維修人員之預防維修作業，經由 CX-100 電聯車車門系統之年保養作業，可以瞭解其車門控制設備之精簡，其車門偵障元件為獨立之空氣管壓力偵測系統，只要一扇門偵測到障礙物即可立即將兩片門扇同時再打開，而內湖線使用螺桿式車門系統需夾住障礙物才會再打開。</p> <p>3. CX-100 電聯車使用直流推進馬達，為有效清潔直流馬達之換向片碳粉髒污問題，使用一台馬達專用吸塵器，配合馬達之所有開口製作專用集塵口與高壓空氣入口，可有效清潔推進馬達之換向片。</p>	
第五十	95.09.26 (星期二)	• 上午：AirTrain 系統模擬操控訓練-列車操控及 RADIAX CABLE	1. 介紹行控中心列車、車站及路線控制畫面，操控列車由維修區發車至正線營運。	

四天		<p>AND VEHICLE ANTENNA MEASURE 儀器功能介紹量測方法講解</p> <ul style="list-style-type: none"> 下午：AirTrain 系統模擬操控訓練-供電操控及 RADIAX CABLE AND VEHICLE ANTENNA MEASURE 儀器功能介紹量測方法講解 	<ol style="list-style-type: none"> 介紹供電畫面，並操控模擬軟體開關所有斷路器。 頻譜分析儀利用頻域反射量測法使用在天線以及傳輸線信號檢測及故障分析的儀器，主要分析射頻信號頻率準確度、功率大小頻域反射量測法是一種傳輸線路絕緣方法，它能夠經由量測精確地定義同軸電纜以及波導 (waveguide)信號衰減。 頻譜分析儀之 RL 功能 (RETURN LOSS)可經由 RF 傳回來的信號強度顯示故障位置(接點、損壞的電纜或是天線)。RF 訊號衰減的因素除了距離之外，以「多路徑 (multipath)」造成的結果最嚴重。多路徑代表接收端收到多個不同路徑所傳來的（同一筆）訊號。原因為其他物體所造成的反射現象。尤其以全向天線時會更明顯、嚴重。 	
第五十天	95.09.27 (星期三)	<ul style="list-style-type: none"> 上午：AirTrain 系統月台門 下午：AirTrain 系統月台門 	<ol style="list-style-type: none"> AirTrain 的月台門系統設計上以三輛列車聯結進行運轉，月台門的編號方式以旅客面對月台門由左起 1 號月台門及右端止 6 號月台門，不受單線雙向改變，目前僅由固定兩輛列車聯結營運，列車停站方式皆在第 1 組及第 2 組月台門，而在第 3 組月台門上的旅客資訊顯示幕告知旅客。 月台門蓋板內裝置有微處理器控制組件，包括可顯示月台門作動狀態及故障檢測的 LED 字母數字顯示器和四個操作設定按鈕，如照片中顯 	

			示的 CS 即表 Close Speed 月台門正關閉中。另配置有延伸微處理器，因 LED 顯示器位於月台門的正上方，營運期間亦須考量旅客動線，故不易讀取到該數值時，可插上延伸微處理器進行測試。
第五十六天	95.09.28 (星期四)	<ul style="list-style-type: none"> • 上午：AirTrain-CX100 電聯車預防檢修。 • 下午：AirTrain-CX100 電聯車預防檢修。 	<p>1. AirTrain-CX100 電聯車預防檢修之內容重點:以電聯車行駛里程數為保養基準，分別在 6500, 19500, 39000 , 78000 及 25000 miles 時實施例行性保養，保養項目含概四大部份 A.電聯車 底盤機械組件之不良滲漏或裂縫檢修(如空壓機、氣壓管線、氣壓接頭、氣壓彈簧組、QRV 與 FSE 閥、HVAC、馬達控制箱總成及輔助控制箱總成)。B.列車門檢修部份(如列車門引導輪檢查、軸承更換、滑動軌上潤滑油、閉門力量大小及開門與閉門控制之時間)。C.牽引馬達檢修部份，使用 HEPA 真空吸塵器除去灰塵、測試牽引馬達及潤滑交換器與前翼軸承。D. 檢修聯結器、煞車器、行走輪、導引輪、轉向架、集電靴、維生繼電器。</p>
第五十七天	95.09.29 (星期五)	<ul style="list-style-type: none"> • 本日實施夜間下軌道實習。 	<p>1. 駕駛軌道維修車至主線現場進行夜間下軌道維護操作。</p> <p>2. 夜間下軌道之作業針對 Lock out 要求每個人於鑰匙箱上均鎖上自己之鑰匙，以確保維修人員之安全，不過前置作業時間也相對增加；由於每個維修人員均配戴一具無線電手機，所以進出車站月台、下軌道與進入機房</p>

			均未曾使用緊急電話。	
第五十八天	95.09.30 (星期六)	• 本日為例假日		
第五十九天	95.10.01 (星期日)	• 01:05 由舊金山機場搭機回國，在 10 月 2 日 05:30 抵達桃園國際機場，結束第五、六梯次國外訓練。		

表 1.2 - 1 訓練行程表



圖 1.2-1 訓練成員：左起林廉智、于宜斌、黃進立、黃家仁、何儒雄、呂秉勳、
林士檳、張源慶、林允士、蕭佳宏、曹健華

1.3 龐巴迪公司簡介

龐巴迪集團公司是一個多元化製造與服務公司，總部位於加拿大蒙特婁，公司旗下有 3 大集團：龐巴迪航太集團、龐巴迪交通運輸集團及龐巴迪投資公司，集團總員工將近 6 萬名，總年營收約 158 億美元。

其中龐巴迪交通運輸集團是全球鐵路設備製造和服務領域的領導者，服務全球不同用戶。產品範圍包括鐵路客運和城市軌道交通車輛以及整合的運輸系統，也生產機車頭、貨車車廂、轉向架、推進&控制系統，並提供號誌控制系統解決方案。龐巴迪交通運輸集團總部亦設在加拿大的蒙特婁，歐洲總部位於德國的柏林，生產廠遍佈全球 23 個國家，共有 31,570 員工，年營收約 76 億美元，在 21 個國家的 43 個地方有其產品。

龐巴迪交通運輸集團共有 6 大公司： Rail Vehicles、Total Transit Systems、Services、Rail Control Solutions、Propulsion & Controls、Bogies，其中 Total Transit Systems 整合運輸系統公司負責台北內湖線機電工程統包專案，包括號誌系統、通訊系統、供電系統、月台門、機廠設備、行車監控系統、車輛系統及木柵線機電系統更新。

龐巴迪公司在匹茲堡分公司之辦公室，對員工之工作環境頗為注意，如地毯、壁面及公佈欄等顏色均相當協調及賞心悅目，同時其每人之工作隔間亦較為寬敞，對空調及燈光等均採取空間區分並以電話輸入數字方式控制以有效節約能源，另外雖然法律並未規定，其在辦公室內均設置醫護人員，除緊急醫療用途外，亦可為員工健康諮詢等人性化措施。

Bombardier Transportation Organizational Structure

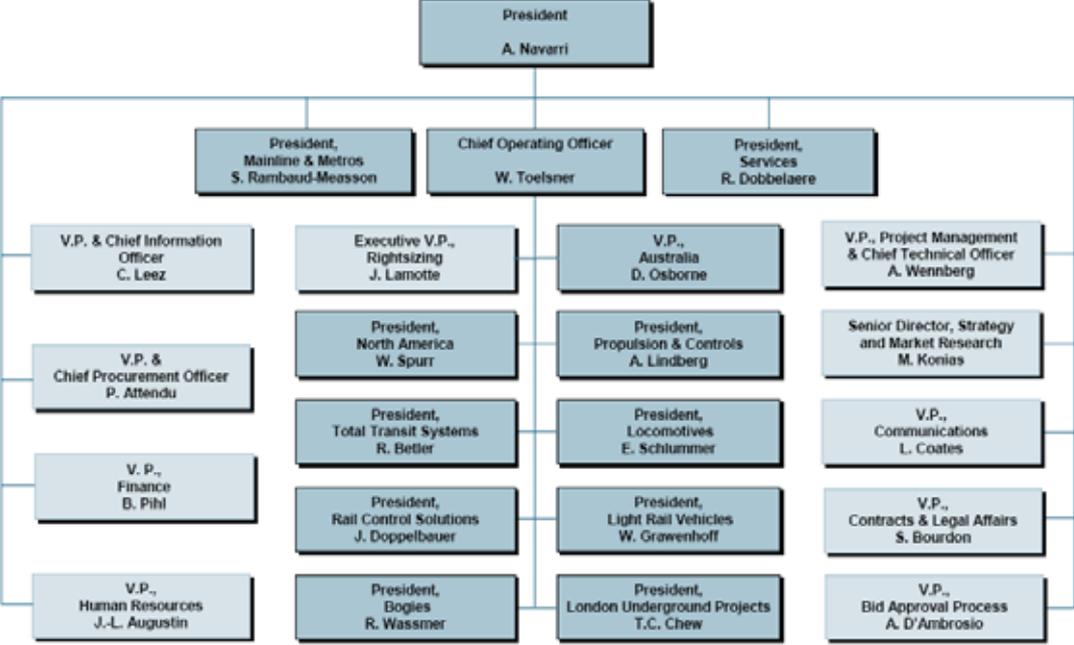


圖 1.3 - 1 龐巴迪交通運輸集團高階主管組織圖

Products and services A full spectrum of railway solutions



圖 1.3 - 2 龐巴迪交通運輸集團 6 大子公司之服務及產品項目

貳、訓練內容

2.1 CITYFLO 650 系統概述

內湖線規劃使用 Bombardier 公司之 Cityflo 650 行車控制系統，該系統採用最新之移動式閉塞區間控制系統 Moving Block Train Control System，及通訊式列車控制系統 Communication Based Train Control System (CBTC)。目前已在使用的 Cityflo 650 之系統有：舊金山機場 AIRTRAIN(2003)、西雅圖機場 AIRTRAIN(2003 更新)、達拉斯機場 AIRTRAIN(2005)，未來亦將使用 Cityflo 650 系統的有：南韓龍仁 LRT、英國倫敦希斯羅機場 AIRTRAIN(2008)。

Cityflo 650 行車控制系統由於使用無線通訊傳輸方式，大大地減少了道旁號誌設備的數量，除了降低建置成本外，亦降低了後續維護的時間與成本，提高了設備的可用度。另外移動式閉塞區間則降低了列車間的班距，提升旅客服務品質。

龐巴迪交通公司最新一代的行車監控系統，稱為 CITYFLO 650。不同於傳統的固定閉塞區間系統，CITYFLO 650 無須標準軌道電路，亦不用車上控制員。列車對道旁的通訊，不是透過固定軌道電路，而是經由「無須接觸的」通訊媒介，藉此進行雙向傳輸。

CITYFLO 650 是龐巴迪公司的「移動式閉塞區間」(MB)「通訊式」列車控制系統(CBTC)。「移動式閉塞區間」意指列車的「佔用長度(occupancy)」會隨著列車而連續移動。採用「通訊式」，意指列車控制資訊會透過無線頻率連結，在列車與道旁電腦之間傳輸。CITYFLO 650 之所以是「無須接觸」的列車控制系統，就是因為列車與控制列車移動的道旁設備之間，有無線頻率線路存在(無須實際連接)所致。

CITYFLO 650 運用稱為「區段(Segment)」的概念來製作導軌模型。CITYFLO 650 的區段，意指運用一系列特殊數值定義的導軌區段，這些數值如下：

- 坡度/Grade
- 速度/Speed
- 長度/Length
- 月台位置/Platform Location
- 轉轍器位置/Switch Location

- 分區邊界/Region Boundary
- 線尾/End of Line
- 緊急走道位置/Emergency Walkway Location

每區段都有專屬名稱，亦有分區編號與區段編號(位於分區內)，如圖 2.1-1。

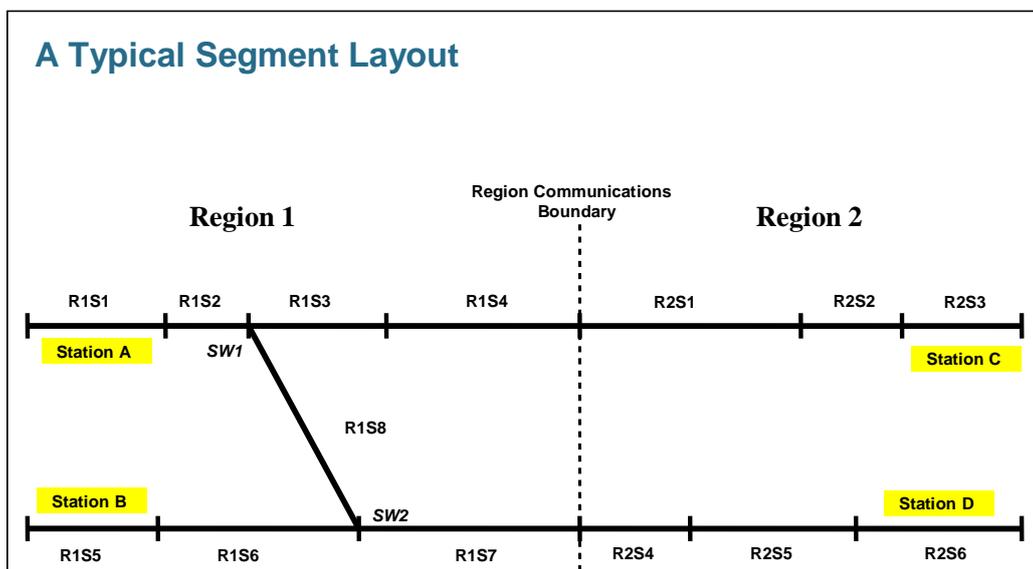


圖 2.1-1 典型區段的編號

車站 A 的相關區段名稱爲 R1S1(第一區第一區段之意)。因此，導軌的區段模型，即是「鋪設於導軌上方」的區段集合。區段配置圖旨在判斷 CITYFLO 650 系統的設備位置。區段內的位置，採用「移動區塊座標系統」(MBCS)來決定。區段內位置稱爲偏移值(offset)。列車位置乃是運用 MBCS，透過分區編號、區段編號、以及該區段的偏移值決定。區段偏移值利用既有的「系統正常方向」規定來計算。比方說，假設列車在全長 100 公尺的 R1S4 區段上，已經走了 25%。列車在 MBCS 的位置就是 R1、S4、O25；代表第一區、第四區段與偏移值 25。經由 MBCS 可以監控列車移動。

2.1.1 道旁的基準點(Normal Point)

基準點是收錄「位置資料」的裝置。基準點(NP)設置在導軌沿線，收錄資料包括本身在移動區塊座標(MBC)上的位置。基準點發射頻率爲 2.4GHz，並提供車輛相關 ATC 訊息，如基準點之區域 ID、分段 ID 與分段位置。

列車於經過基準點時，讀取該裝置的資料。基準點經由從列車的基準點接收天線接收無線頻率能量以「通電」，接著將本身的移動區塊座標位置傳送回列車。列車使用基準點的移動區塊座標位置，來完成下列工作：

- 確認列車位置 Verify the train is location
- 讓列車的位置誤差恢復正常 Normalize the train is position error

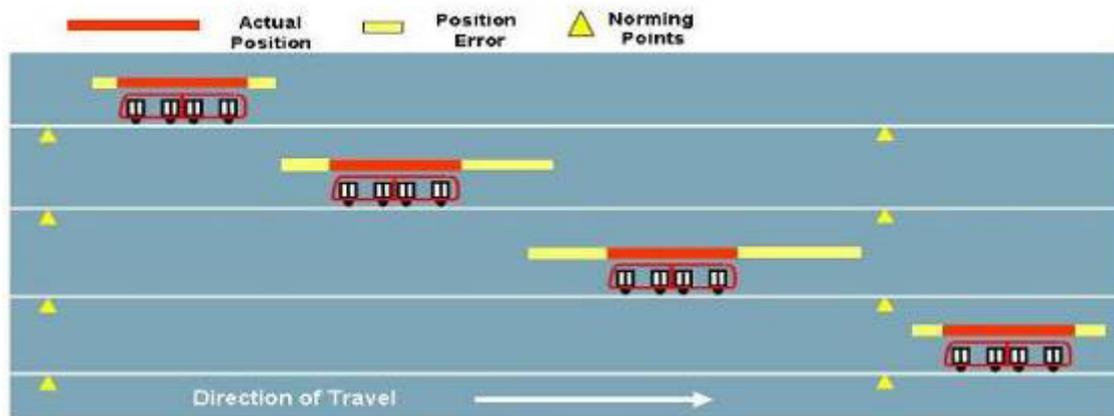


圖 2.1-2 列車行經基準點校正誤差

列車沿著路線行進時，定期讀取基準點資料如圖 2.1-2。列車讀取嵌入基準點標籤的移動區塊座標(MBC)資訊，再利用轉速計得出的位置，與 MBC 做對照確認。基準點的第二項用途，即是將列車累積的位置誤差「恢復正常」。隨著列車沿線行進，列車不斷利用車上定位系統來計算位置。該系統由帶有相關誤差的轉速計構成。列車不斷沿線行進，位置誤差也不斷累積。車輛 ATP 會執行最大位置誤差。因此，列車運用基準點，將低於最大值的位置誤差，「重設」至正常化之後的最小值。列車趨近基準點時，位置誤差隨之累積。列車讀取基準點的移動區塊座標(MBC)，並運用本身計算得出的位置來確認此值(證實未超過最大位置誤差)，列車即可將位置誤差恢復至最小值。此累積過程將持續至遇到下個基準點為止。圖 2.1-3 為佈設於軌道上之基準點。



圖 2.1-3 為佈設於軌道上之基準點

2.1.2 系統通訊

無論其實際位置為何，均利用三種分配網路連接：行車監控無線電網路、中央控制網路、道旁行車監控網路。

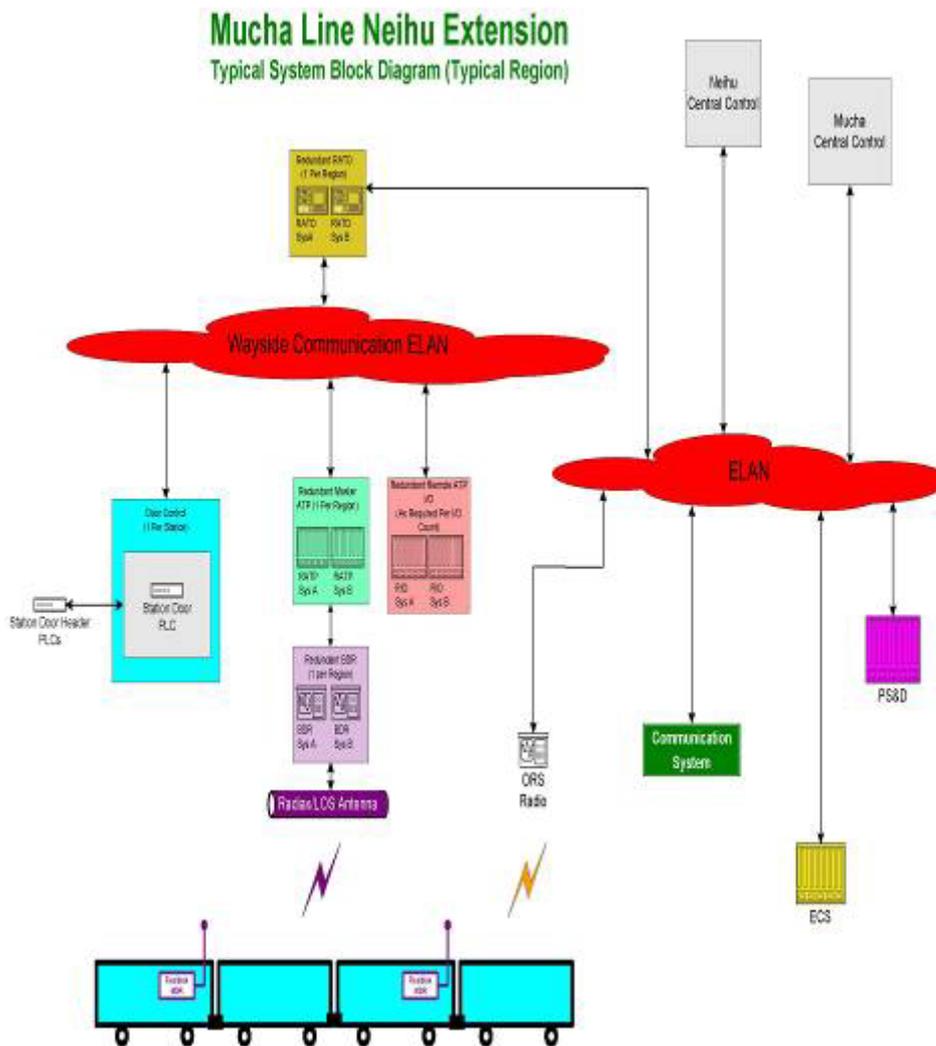


圖 2.1-4 Cityflo 650 通訊路網

- 行車監控無線電網路

由列車對道旁通訊(TWC)系統設備支援，負責銜接列車與道旁的行車監控子系統。TWC 採無線頻率系統，運用擴散光譜模組技術，分散至整個洩波線路(lossy-line)天線系統。

- 中央控制網路

連接 ATS 中央範圍內的實體，如所有行控中心工作站、系統監控顯示器等。

- 道旁行車監控網路

道旁通訊系統支援道旁行車監控網路，銜接道旁 ATC 系統內的實體，如分區 ATP、ATO 及行控中心系統。實際上，道旁通訊網路乃是經由傳輸網路而成立。

傳輸網路不僅支援行車監控系統功能，還包括其他子系統。中央 ATS 執行監督監控及資料取得系統(SCADA)的工作之一，就是利用傳輸網路，擷取供電(PS&D)、環控系統(ECS)(監控系統/CCMS)、車上與 ATC 子系統的資訊，以及通訊系統和月台門系統(PSDS)各自發出的資訊，並提供一部電腦做為銜接通訊子系統的介面。傳輸網路針對每個銜接裝置，提供了備援通訊路徑。

驅動洩波電纜(Radiax)(如圖 2.1-4)的固定式數據無線電(BDR)，銜接至每部分區 ATP 系統。道旁與車載系統，即是運用此連結，交換行車監控資料。分區 ATP 系統負責格式化預定傳輸至列車的所有 ATC 資料。該系統接收行控中心送出(經由分區 ATO)、或是分區 ATO 直接送出的資料，再連同本身資料一起傳送至列車。TWC 設備包括洩波電纜、BDR、無線頻率分配裝置、行動式無線電天線(在車上)、以及車用行動式數據無線電(MDR)。



圖 2.1-5 洩波電纜

基準點標籤置於初始化區導軌旁。列車駛進初始化區時，VATC 系統讀取基準點標籤後，得知進入初始化區。列車駛過初始化區時，道旁的智慧型偵測器讀取車輛標籤，分區 ATC 就得知哪對車輛在初始化區。分區 ATC 發出初始化訊息至初始化區的列車。車用 ATC 運用該初始化訊息，驗證地點與列車配置的資訊。初始化訊息還包括道旁 ATC 指定的列車無線電位址。車用 ATC 接著調整行動式數據無線電，至指定的列車位址。

2.1.3 列車定位方式

基準點為獨立的裝置，安裝在 CITYFLO 650 系統導軌沿路。這些裝置用來判斷(正常化)列車的實際位置。所有基準點在車輛的實際地圖上，都有對應地理位置的獨有識別碼。所有裝設 ATC 的車輛，均裝有基準點偵測器。隨著車輛行經系統，偵測器將輸入遇到的所有基準點資料，再提供車載 ATC 系統實際的地理參照點。

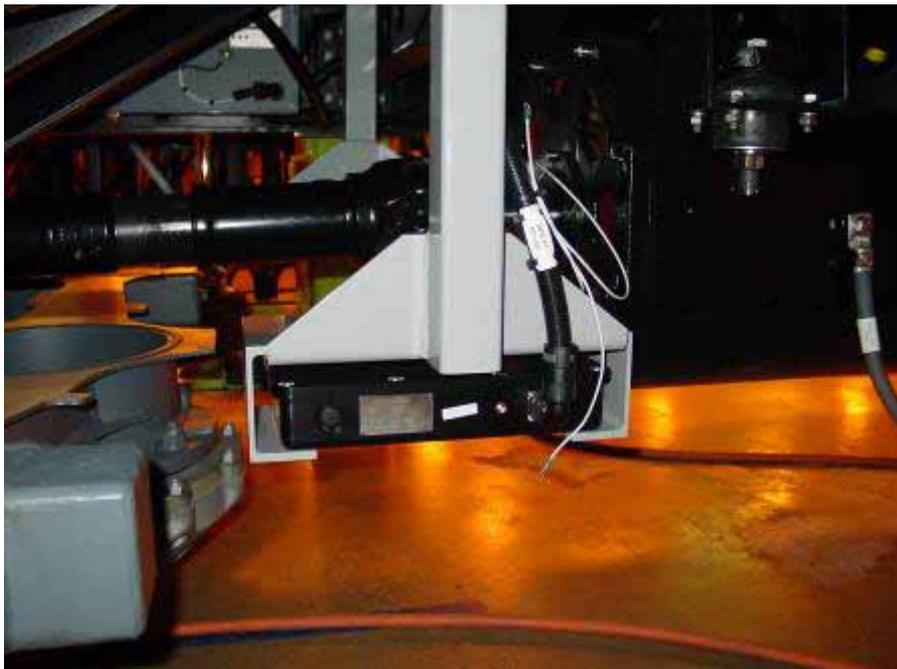


圖 2.1-6 基準點偵測器

每輛車輛都裝有一種特殊的列車控制線，稱為「列車長度控制線」。車載 ATP 系統能從這些列車線，藉此算出列車配置內的車輛數，以及該車輛於配置中的位置。

欲判斷列車位置時，首先處理轉速計輸出的資料，得出精確的行經距離(位移)和方向數據。ATC 的雙通道讀取四個轉速計的資料。相互比對從轉速計得出

的車速，確認這些車速是否相符。得出的車速最多有兩秒 2.4 kph (1.5 mph)的差距。倘若差異時間超出此時限，車載 ATP 將使用緊急煞車以停住列車。導軌黏著力不佳與區率，都可能造成轉速計產生不太精準的位移數。為了解釋這些誤差，車載 ATP 在計算位置時，將針對列車行經距離，累計百分之二的誤差率。為了避免位置誤差大量累積，沿著導軌設置的基準點，都具備獨有識別碼。車輛上裝有基準點偵測器，將於列車遇到基準點時，讀取上面的識別碼。基準點的地理位置，將存入做為轉速計的識別碼。這些基準點與實際地圖，可以讓 ATC 精確判斷出列車的地理位置，並清除(正常化)位置誤差。ATC 系統遇到基準點時，先驗證基準點的位置座標，是否在目前所的基準點偵測器天線地理位置的誤差內，然後更新車輛位置並清除位置誤差。倘若基準點座標超出目前計算的位置(即是+/-位置誤差)，或者基準點編列的座標有誤，不存於 VATC 系統儲存的實際地圖上，ATC 將動用緊急煞車。如果基準點偵測器的讀取失常，導致無法取得位置座標時，將忽略該基準點。ATC 存入最後遇到的基準點位置，再累計從最後基準點起的列車位移和位置誤差。ATC 系統藉由增加車輛各邊長度及位置誤差至現場車輛末端的位置，就能判斷出列車的輪跡末端位置，這即是確保整列列車處於其中的範圍。

2.1.4 列車鑑別系統 Train Registry System

列車鑑別系統結合了標籤讀取器和感應線圈，必須記錄在事先定義的特定區域內運作的列車。每部車輛都裝有識別標籤，在車輛行經這些區域界線 – 也就是檢查點之時，道旁的標籤讀取器將讀取標籤。

列車鑑別系統在佈置上，將導軌劃分成各區域。偵測列車從各方向進入或離開分區的鑑別點(或檢查點)，構成每一區的邊界。檢查點由兩個感應線圈(分區邊界每邊各一)與兩部標籤讀取器(分區每邊各一個)構成。對此系統而言，檢查點將位在分區邊界的每條導軌上，以及機廠自動區與維修區交界處的每條導軌上。列車鑑別系統與標籤讀取器通訊，並偵測感應線圈的狀態，藉此確實感應列車行經預定分區邊界的動作，並主動分辨在各區內車輛數目與 ID。

列車鑑別系統將運用各檢查點的一對感應線圈，來判斷行車方向。此外，感應線圈亦用來確認感應線圈和標籤讀取器正常運作。比方說，感應線圈若處於使用狀態下，系統卻沒有偵測到有效標籤，列車鑑別系統(TRS)將登錄於移動式測試裝置(PTU)。

列車鑑別系統於掌握系統中每部車輛的分區位置後初始化。首先監督各區車輛數，情況適用時，將偵測列車的車輛 ID。TRS 隨著車輛駛過檢查點收集資料，同時接收分區 ATP 送出的列車位置資料，進而監督每部車輛的區域位置。系統將持續交叉檢查分區 ATP 發出的地點資料，以及 TRS 偵測得出的區域位置。倘若 TRS 記錄的車輛區域位置，不符分區 ATP 提報的車輛位置，TRS 將切換至非初始化狀態(uninitialized state)。



圖 2.1-7 軌道上的感應線圈

2.2 中央控制系統

行控中心(OCC) 是監督、監視並且控制各方面自動無人載運系統(APM)的操作。這功能範圍包括：

- (1)自動列車監視控制(ATSC)之自動無人載運系統(APM)，
- (2)供電系統，
- (3)車上無線電系統
- (4)維修用無線電系統，
- (5)廣播系統，
- (6)閉路電視(CCTV) 系統，
- (7)緊急對講機和電話系統
- (8)環境控制系統(ECS)

這些 ATSC 與道旁自動列車控制 ATC 相互作用，可以安全並且準確的發車，根據旅客流量，控制監控 APM 子系統。每項功能都有它自己操作界面在行控中心設備內，行控中心可以使用這些設備，監督 APM 的操作，在警訊出現時，採取相關改正措施。

2.2.1 行控中心設備

2.2.1.1 概述

這些中央控制設備配置在訊號設備房與行控中心內。

2.2.1.1.1 號誌設備房

如圖 2.2-1 所示，號誌設備房內有二台中央控制電腦機箱總成。中央電腦機箱 1 裝置有複置性設備的列車控制伺服器控制所有 APM 系統，包括列車控制的運作、中央電腦通訊界面、供電開關、監督車站的運作。中央電腦機箱 2 包括有，複置性設備的中央控制資料庫及系統的診斷電腦。中央列車控制伺服器只有一台處理器與系統連接運作，但二台皆同時接收資料，如果一台有故障訊息時，另一台立即接手運作不會造成系統停擺。兩個中央區域網路交換機建立複置性的中央

設備區域網路。

一台處理器故障僅會顯示在後方的紅色指示燈，將會有警報傳至控制台，電腦仍正常運作，當二台處理器皆故障時，系統將停擺。

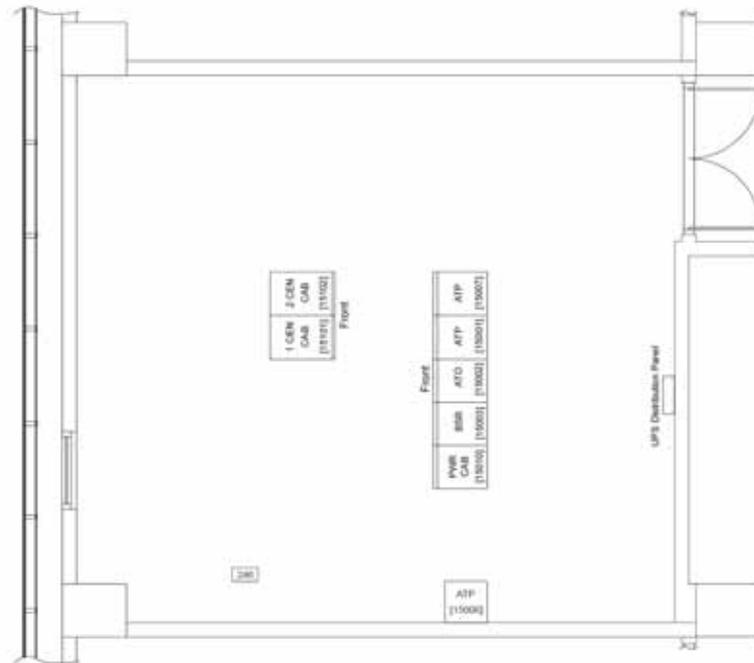


圖 2.2-1.號誌設備房

2.2.1.1.2 行控中心室

行控中心內有中央控制操作台及軌道配置顯示器二個主要的子系統，及二台系統印表機，如圖 2.2-2 所示，配置有 5 個控制員工作站，每個控制員工作站包含 19 吋液晶螢幕顯示器，可以顯示列車自動控制運轉狀態、車站月台門的狀態、供電斷路器狀態等警訊及車載無線電通訊、工作站電腦、鍵盤、滑鼠。每一控制員工作站包含有：

- 1.可選擇運轉模式
- 2.延長或縮短月台門的開關門時間
- 3.設定列車行車方向
- 4.重置列車
- 5.發現設備異常並且確認系統警訊
- 6.軌道供電及斷電

- 7.顯示並列印系統報告
- 8.查看電腦診斷資訊
- 9.設定系統日期時間

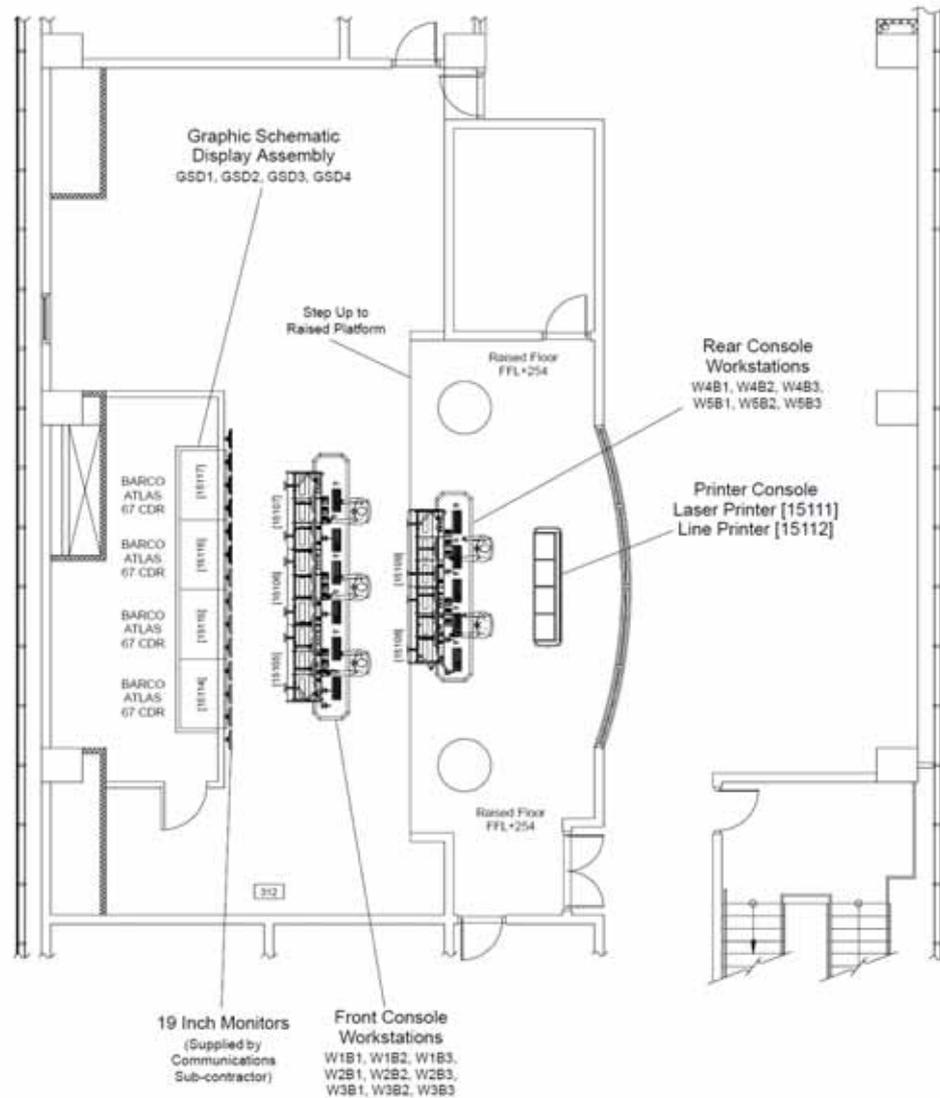


圖 2.2-2 行控中心室

除了，列車控制工作站外，在控制台上另兩個與 APM 系統無直接關係的 MITAC 公司承包的通訊設備。控制台後方是兩台印表機，一台是點陣式印表機直接列印出系統事件及警訊，一台是鐳射印表機為故事後報表的列印。控制台前方為四台 67 吋全線軌道狀態顯示器(GSD)，從 2 台 GSD 電腦上接收視訊。

2.2.1.1.3 行控中心系統介面

中央列車控制伺服器與許多中央控制設備及 ATC 系統的子系統進行訊息交

流。這些界面可分成 4 個種類：

- (1)區域乙太網路界面(CAT5 電纜線及光纖)
- (2)虛擬網路界面(數據傳輸系統)
- (3)鍵盤、影像、滑鼠界面
- (4)獨立訊號界面

2.2.1.1.3.1 複置性的中央區域網路界面

中央自動列車監視控制使用兩個中央區域網路通訊，這中央控制區域網路在具有相同的構造和功能。在中央控制系統裡的每台伺服器都透過在伺服器裡的核心 I/O 連接埠連結進中央區域網路 A 及中央區域網路 B，兩個乙太網路。中央區域網路其中之一故障，中央控制伺服器自動聯結操作另一備援區域網路。

每台 ATCSCADA 電腦在這塊 CPU 板(XA7)上透過備援乙太網路連接埠連結及連接器(XA6) 到工作站 1 隔間 3 或者工作站 3 隔間 4 的 CAT5 端子座然後進中央區域網路 A 和中央區域網路 B 乙太網路交換器。 每台 GSD 電腦也以相似模式由 CPU 板和連接器透過顯示器上 CAT5 端子座到中心區域網路 A 和中心區域網路 B 的乙太網路交換器。中央列車控制伺服器使用區域網路連接傳送操作者初始指令給道旁 ATC 子系統、供電和中央列車自動監督印表機。中央列車控制伺服器亦使用區域網路連接從其它電腦系統內收集的數據。 這數據連續用來不斷更新在列車控制工作站上顯示器的訊息，以及上方的列車控制顯示器。

2.2.1.1.3.2 虛擬區域網(ELAN)的界面

中央列車控制和資料庫伺服器使用非同步傳輸模式 ELAN 將訊息傳送至道旁電腦最後到自動控制系統，如圖 2.2-3 所示行控中心單線圖。

- (1)連結 CITYFLO650 道旁區域電腦至中央控制系統，提供 RATO 電腦將列車狀態及警訊傳輸到中央列車控制伺服器。
- (2)把氣象站訊息傳送到中央區域網路。
- (3)傳送供電系統的狀態中央控制系統。
- (4)行控中心的操作指令透過可程式邏輯控制(PLCs)至操作供電元件。

(5)連結 CITYFLO 650 道旁區域電腦到中央控制系統，提供 RATP 狀態至行控中心。傳送重置指令及切換需求至 RATP 系統。

2.2.1.1.3.3 列車控制工作站界面

每一個列車控制員工作站包括有 SCADA 電腦，鍵盤、滑鼠、監視器。SCADA 電腦透過乙太網路連結傳送至中央區域網路至列車控制伺服器，再傳送到旁 ATO 電腦。

2.2.1.1.3.4 全線軌道(GSD)電腦視頻界面

GSD 電腦 2 提供一個 VGA 顯示卡視頻輸出口，連接 Y 型電纜到 GSD 的 1 號及 2 號顯示螢幕上，而 GSD 電腦 3 則連接 3 及 4 號顯示螢幕上，GSD 電腦並與備援的乙太網路相接至列車中央控制電腦。

2.2.1.1.3.5 獨立訊號界面

A.自動列車監控緊急強制訊號

在行控中心控制台上設 3 個緊急按鈕，可控制供電及區域 ATP 機箱的維生繼電器，遙控切斷全線軌道電力，並發送全線列車零速指令。測試軌控制台亦有緊急按鈕，壓下此鈕僅切斷測試軌的軌道電力不影響正線之營運。

B.自動列車監控數位輸入及輸出

每個工作站下方有三個隔間，其中 B3 隔間內有三個蜂鳴器，配合控制台面板組件的三個不同顏色燈號，提供行控中心線上設備有警訊時，將依不同緊急程度顯示不同顏色的燈號並發出警音。中央控制機箱內中央列車控制伺服器有三個數位輸出訊號連接至 PLC 端子座，控制台組件亦與其連接。所有警訊會分成三個優先等級顯示在操控台螢幕上圖示，列表機亦會記錄。

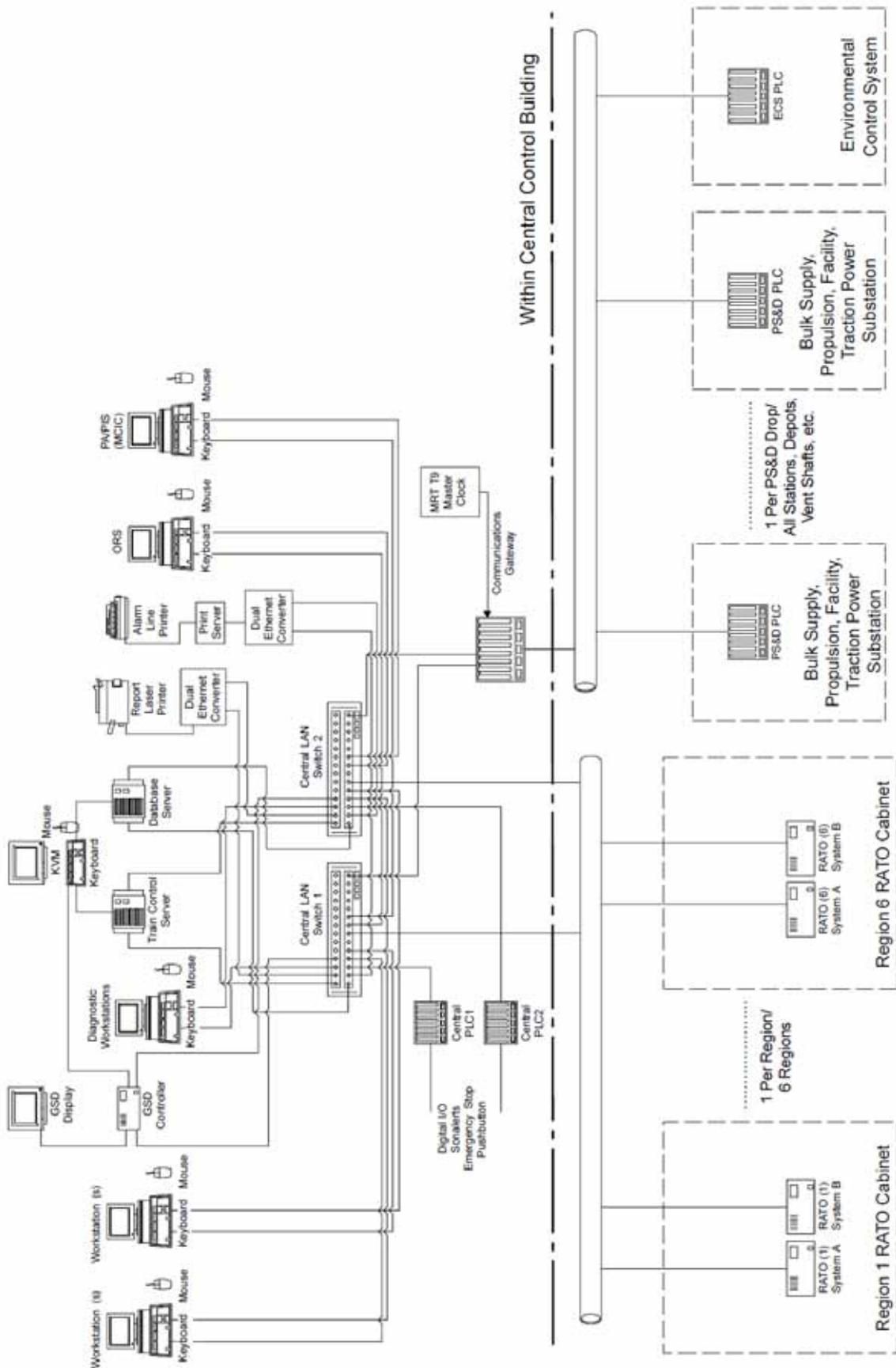


圖 2.2-3 行控中心單線圖

2.2.1.2 行控中心室內設備

未來內湖與木柵行控中心將擁有同樣功能及設備，同時間僅能有其中一地區運作。行控中心設備主要有中央控制操縱台及導軌圖解式顯示器。

2.2.1.2.1 行控中心操控台

圖 2.2-5 及圖 2.2-6 為操控台總成，操控台由 5 工作站組成分成前面及後面操控台總成，在前面 3 個工作站操控台總成及後面兩個工作站操控台總成。提高後面工作站大約高過前面工作站 10 吋的平台，可使後操控台上控制員清楚的看見 GSD 顯示器。

2.2.1.2.1.1 列車控制工作站

每一個控制員工作站由 3 個隔間組成。在正常的操作期間，全部 5 個控制員工作站都有完整的功能。每工作站包含一個鍵盤，一只光學滑鼠和 3 台 19 吋液晶螢幕顯示器。每個控制員工作站 1 號隔間裝置通訊設備及一台 19 吋列車通訊用的液晶螢幕顯示器。1 號及 4 號工作站的 2 號隔間裝設維修無線電系統 TETRA 電腦，2 號及 5 號工作站的 2 號隔裝設連接前後方操控台的連接器組件。如圖 2.2-4 所示 3 號隔間設置 SCADA 電腦和可控制電源插座的開關，控制員可利用 19 吋液晶顯示螢幕、鍵盤及光學滑鼠進行系統操控。

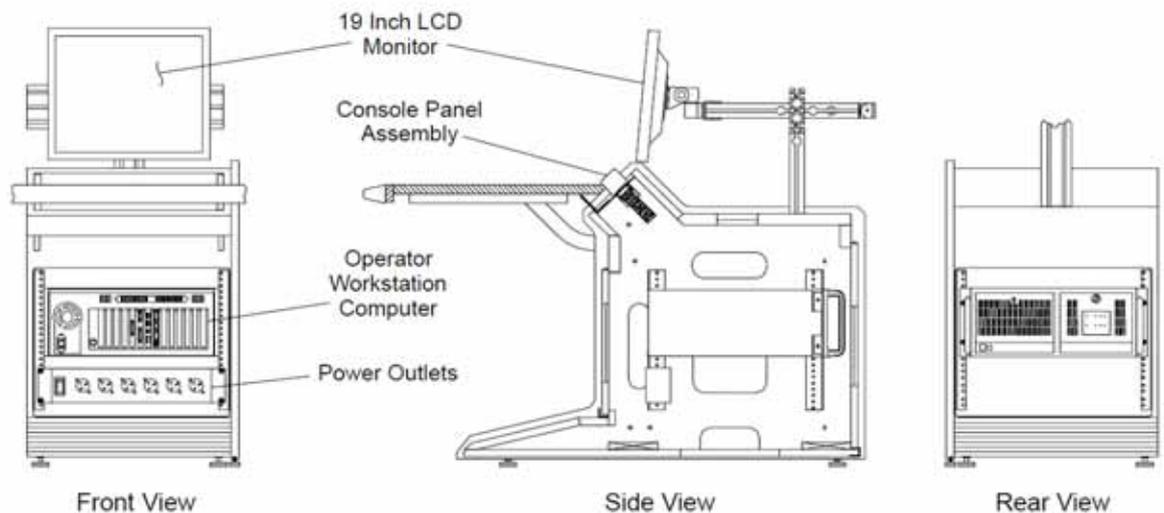
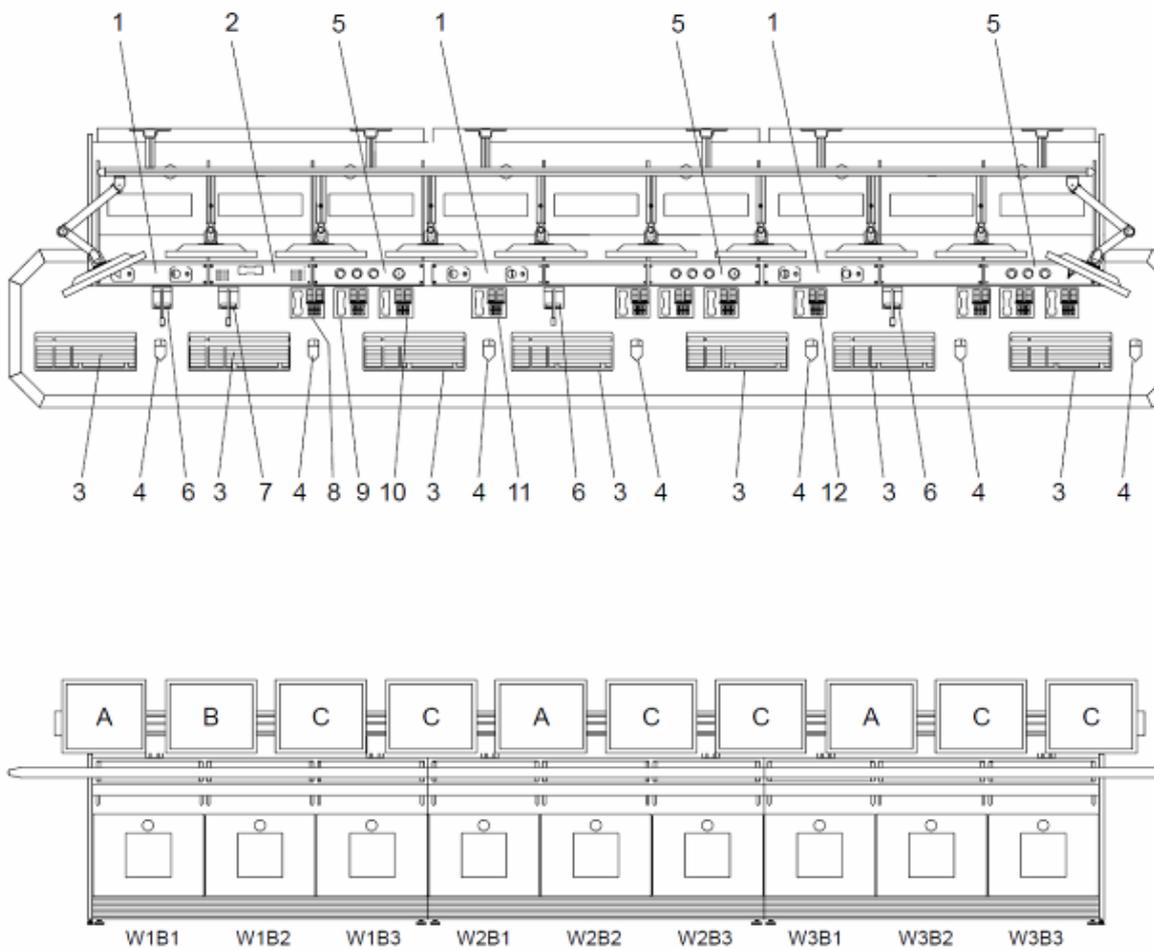


圖 2.2-4 控制員工作站的 3 號隔間

Item	Description
1	Audio Control Panel
2	Dispatch Audio Console Unit
3	Keyboard
4	Optical Mouse
5	Console Panel Assembly
6	PA Microphone
7	TETRA (MRS) Microphone
8	AT Telephone
9	DLT Telephone
10	Emergency Telephone
11	Hotline to TCPD
12	Hotline to FD

A—Communications Monitor
 B—Tetra (MRS) Monitor
 C—Operator Workstation Monitor

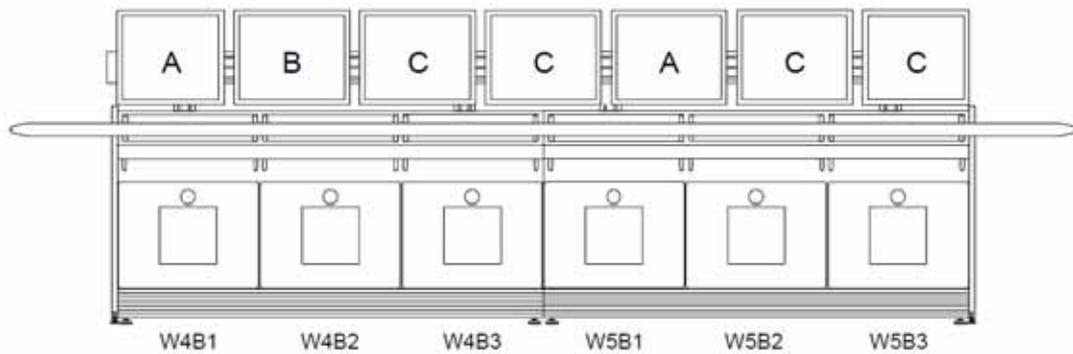
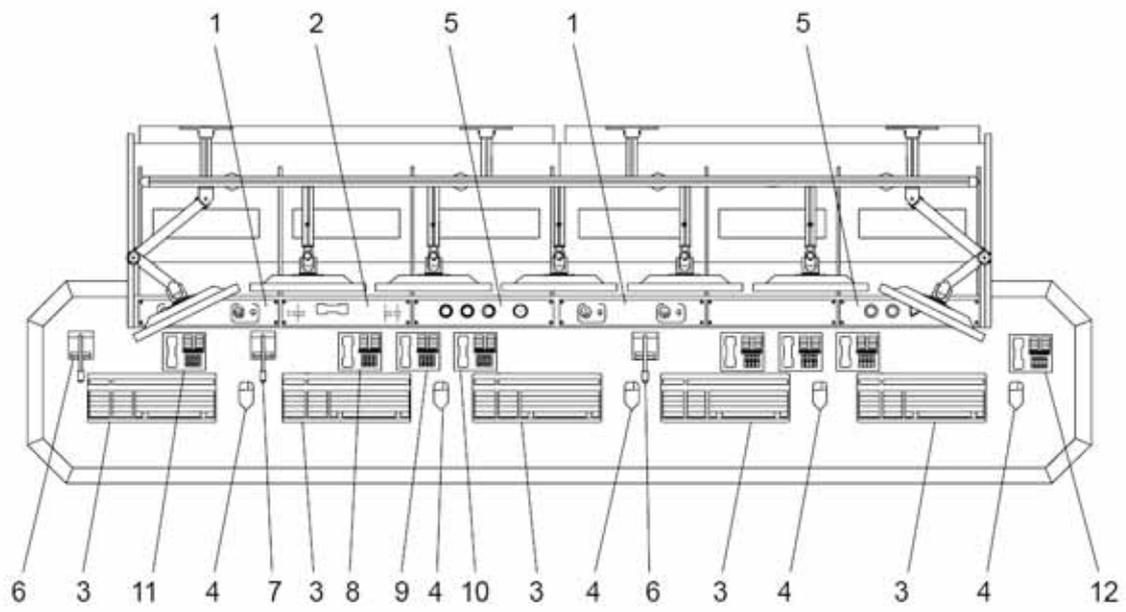


Front Console

圖 2.2-5 行控中心前操控台(1、2、3 號)

Item	Description
1	Audio Control Panel
2	Dispatch Audio Console Unit
3	Keyboard
4	Optical Mouse
5	Console Panel Assembly
6	PA Microphone
7	TETRA (MRS) Microphone
8	AT Telephone
9	DLT Telephone
10	Emergency Telephone
11	Hotline to TPD
12	Hotline to CDCC

A—Communications Monitor
 B—Tetra (MRS) Monitor
 C—Operator Workstation Monitor



Rear Console

圖 2.2-6 行控中心後操控台(4 號及 5 號)

每個 SCADA 電腦如圖 2.2-7 所示透過中央網路區域網路系統的界面連接中央列車控制和數據庫伺服器。系統控制員利用人機界面透過 KVM(鍵盤、影像和滑鼠)為連結於行控中心電腦系統。這些 SCADA 電腦也提供相同的影像訊號至各別 3 號隔間的 19 吋液晶螢幕顯示器。控制員工作站的鍵盤可選擇開啓整個系統控制的功能並顯示在列車控制監視螢幕上，操控台桌上的光學滑鼠，亦可取代鍵盤的大部份功能。SCADA 電腦採用 Advantech，機殼為工業電腦，電腦的前面為 1.44MB 的軟碟機、8 倍速的 DVD/CD+RW 燒錄機、40G 的硬碟、CPU 重置鍵、電源開關及二個 USB 連接埠。後方則是 14 個背板。裝在 XA7 上 CPU 電路板為 Pentium4 之 4.2 GHz 處理器，512 MB SDRAM。有 4 個 USB 連接埠、兩個 10/100 Base-T RJ-45 區域網路連接埠。在 XA4 槽安裝視訊卡輸出訊號至安裝在隔間 2 和 3 的 19 吋 LCD 顯示器。

2.2.1.2.1.2 操控台面板總成

如圖示 2.2-8 裝在每位控制員工作站的 3 號隔間上，操控台面板組成包含一個緊急斷電按鈕，3 個指示燈及警報器。提供燈號及音頻的指示如下：

第 1 緊急警報，指示燈為閃爍的紅燈，較高頻的警報音調。

第 2 緊急警報，指示燈為白光，警報是一種穩定的音調。

第 3 緊急警報，指示燈為黃色燈，警報的一種穩定的音調。

壓下緊急斷電按鈕將驅動，發出全線列車零速指令，鎖定軌道轉轍器，遙控切斷軌道電力。緊急斷電按鈕被壓下後將鎖住，需要鑰匙才可釋放它，並有一盒蓋保護避免人員意外誤觸。當以鑰匙釋放緊急斷電鈕後，所有列車將取消零速限制，並由控制員重新對軌道供電。如果列車有斷訊現象，則須重新向列車識別系統註冊。

2.2.1.2.1.3 通訊和廣播設備

每一工作站中 1 號及 2 號隔間安裝這套通信系統包括廣播系統的設備。

2.2.1.2.2 軌道配置顯示器(GSD)

導軌配置顯示器由 4 台 67 吋背投影系統和二台電腦組成，可顯示軌道、車站及供電狀態，這些訊息同樣會顯示在控制員工作站監視器上。控制員能將 GSD 顯示器上的畫面顯示在控制員工作站的任何螢幕上。通常，控制員會選擇 6 個 Region 的列車控制畫面在全部 4 個 GSD 螢幕顯示的上半部，下半部則顯示導軌的供電狀態。

2.2.1.2.2.1 GSD 螢幕

這 4 台 67 吋雙燈式背投影顯示器如圖 2.2-9 所示。GSD 顯放置於控制員工作站的正前方。GSD 電腦 2 提供 VGA 顯示卡影像輸出經由 Y 型導線到 GSD 顯示器 1 和 2。GSD 電腦 3 提供 VGA 顯示卡影像經由 Y 型導線到 GSD 顯示器 3 和 4。

2.2.1.2.2.2.GSD 電腦

GSD 電腦圖 2.2-10 所示位於陣列組件架 2 和 3 中。GSD 電腦採用 Advantech，機殼為 19 吋工業電腦，電腦前面下方為一 1.44 MB，3.5 吋軟碟機、8X DVD / CD +-RW 燒錄機、40G 硬碟、一個 CPU 重置開關、硬碟指示燈、電源指示燈、電源開關、兩個 USB 連接埠、以及一個鍵盤連接器。每個 GSD 電腦底架有 14 個背板，3 個附加印刷電路板和兩個連接器支架安裝。裝在 XA7 上的單板電腦 Pentium4 之 4.2GHz 的 CPU、512 MB SDRAM 暫存記憶體，VGA 顯示卡電路有相同的控制及轉換功能，6 個 USB 連接埠，兩 10/100 Base-T RJ-45 區域網路連接埠。在 XA4 槽安裝提供二個影像輸出。在 XA2 和 XA3 槽裡安裝，二個 Videum 4400 VO 視訊卡可提供從 CCTV 最多 8 個信號。

Item	Description
1	Rack Mount Chassis with Front USB/PS2 Ports
2	Power Supply, 300 W, 110 Vac
3	CD ROM Drive, 54X
4	Floppy Disk Drive, 1.44 MB
5	DVD/CD +-RW Burner/Drive, 16X/48X (Read DVD/CD)
6	Hard Disk Drive, 40 GB
7	CPU Board, 850 MHz, with 512 MB ECC RAM
8	NVIDIA Quadro NVS Video Card
9	COM2 and LPT1 Ports Bracket (Provided with Item 7)

Notes: Cable bracket kit, installed in slots 5 and 6, is furnished with the CPU board (item 7). COM2 Port (DB9) and LPT1 port (DB25) are provided on this bracket. Internal interface cables are provided with the CPU to connect the CPU board with the connectors on the bracket.

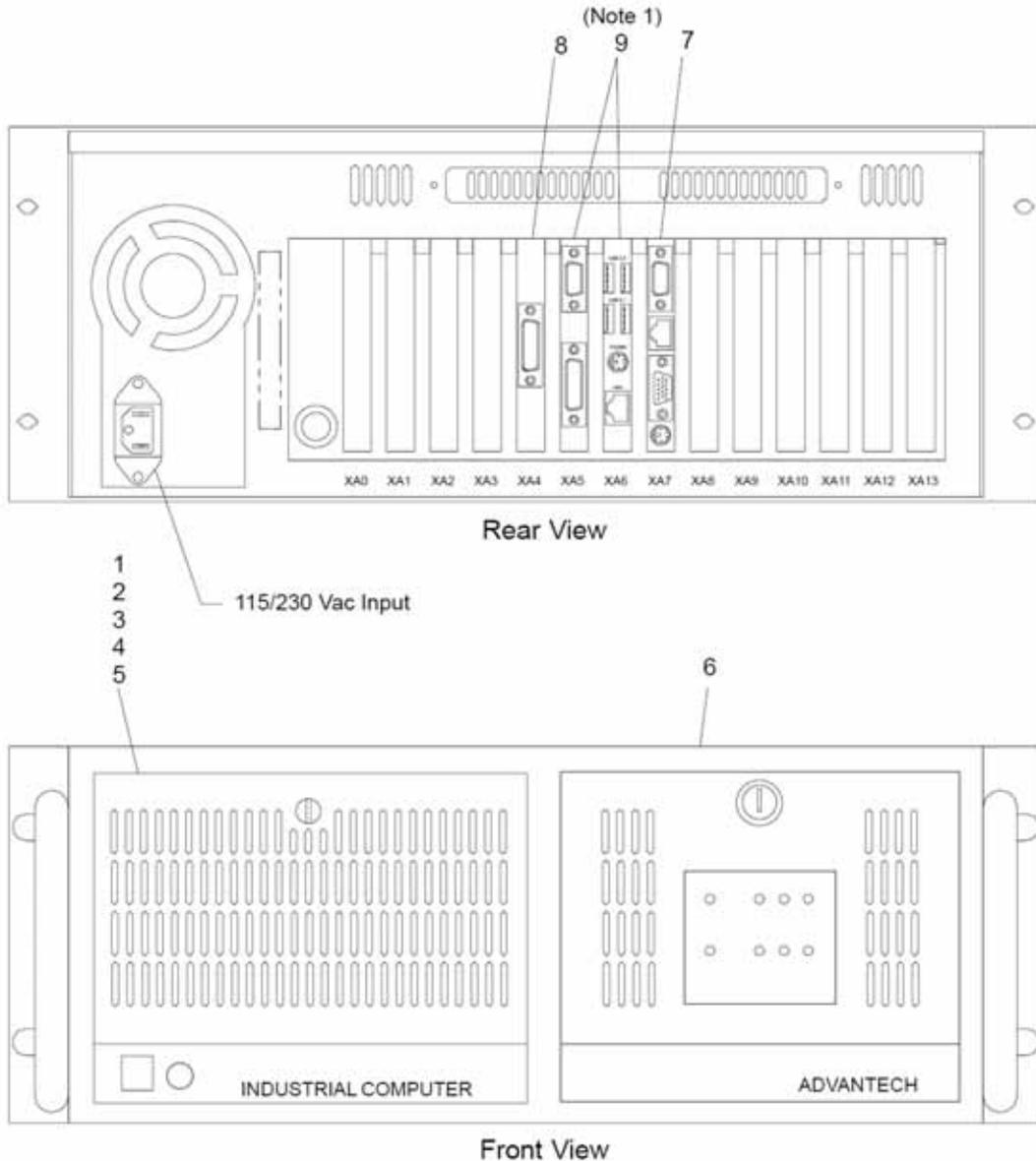


圖 2.2-7 SCADA 電腦總成

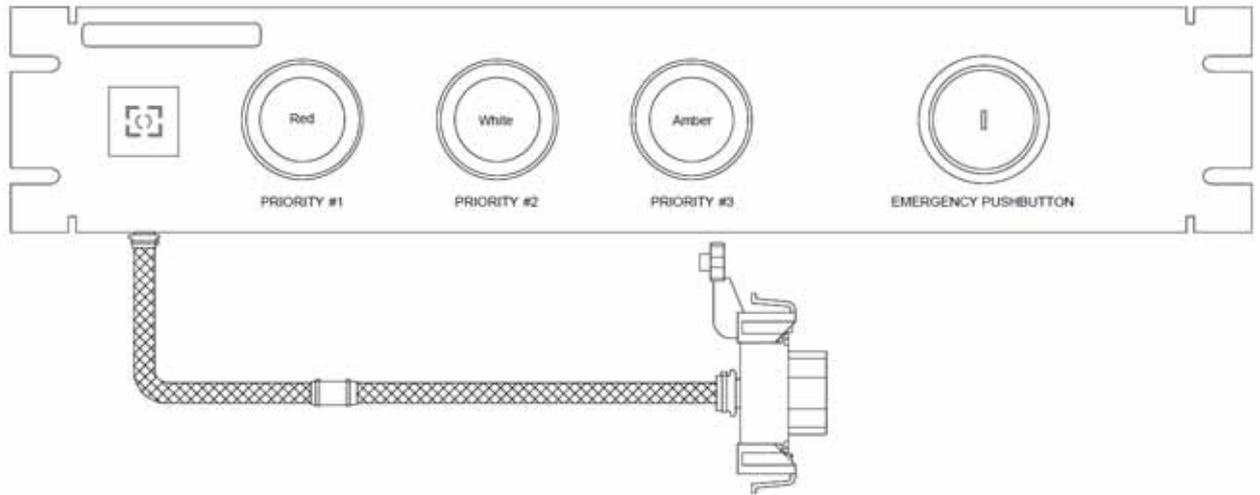


圖 2.2-8 操控台面板總成

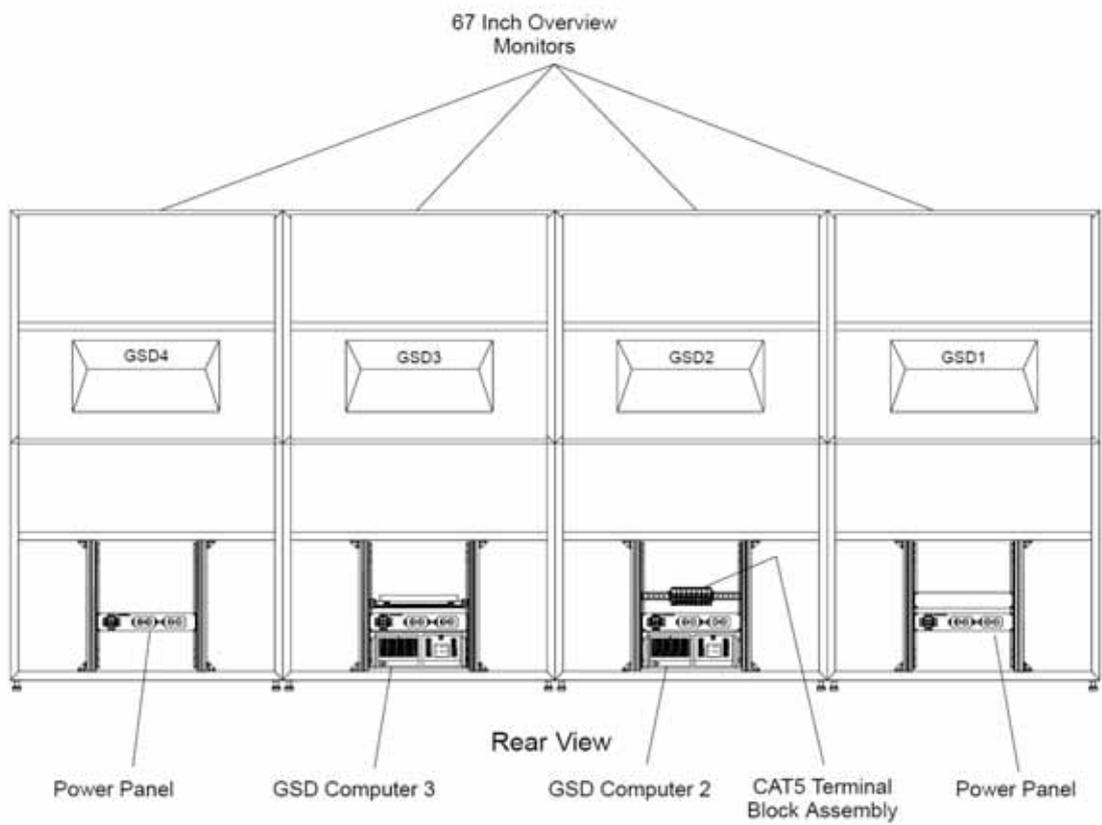


圖 2.2-9 GSD 螢幕總成

Item	Description
1	Rack Mount Chassis with Front USB/PS2 Ports
2	Power Supply, 300 W, 110 Vac
3	CD ROM Drive, 54X
4	Floppy Disk Drive, 1.44 MB
5	DVD/CD +-RW Burner/Drive, 16X/48X (Read DVD/CD)
6	Hard Disk Drive, 40 GB
7	CPU Board, 850 MHz, with 512 MB ECC RAM
8	NVIDIA Quadro NVS Video Card
9	COM2 and LPT1 Ports Bracket (Provided with Item 7)
10	Video Capture Card, Videum 4400 VO, 4CH

Notes: Cable bracket kit, installed in slots 5 and 6, is furnished with the CPU board (item 7). COM2 Port (DB9) and LPT1 port (DB25) are provided on this bracket. Internal interface cables are provided with the CPU to connect the CPU board with the connectors on the bracket.

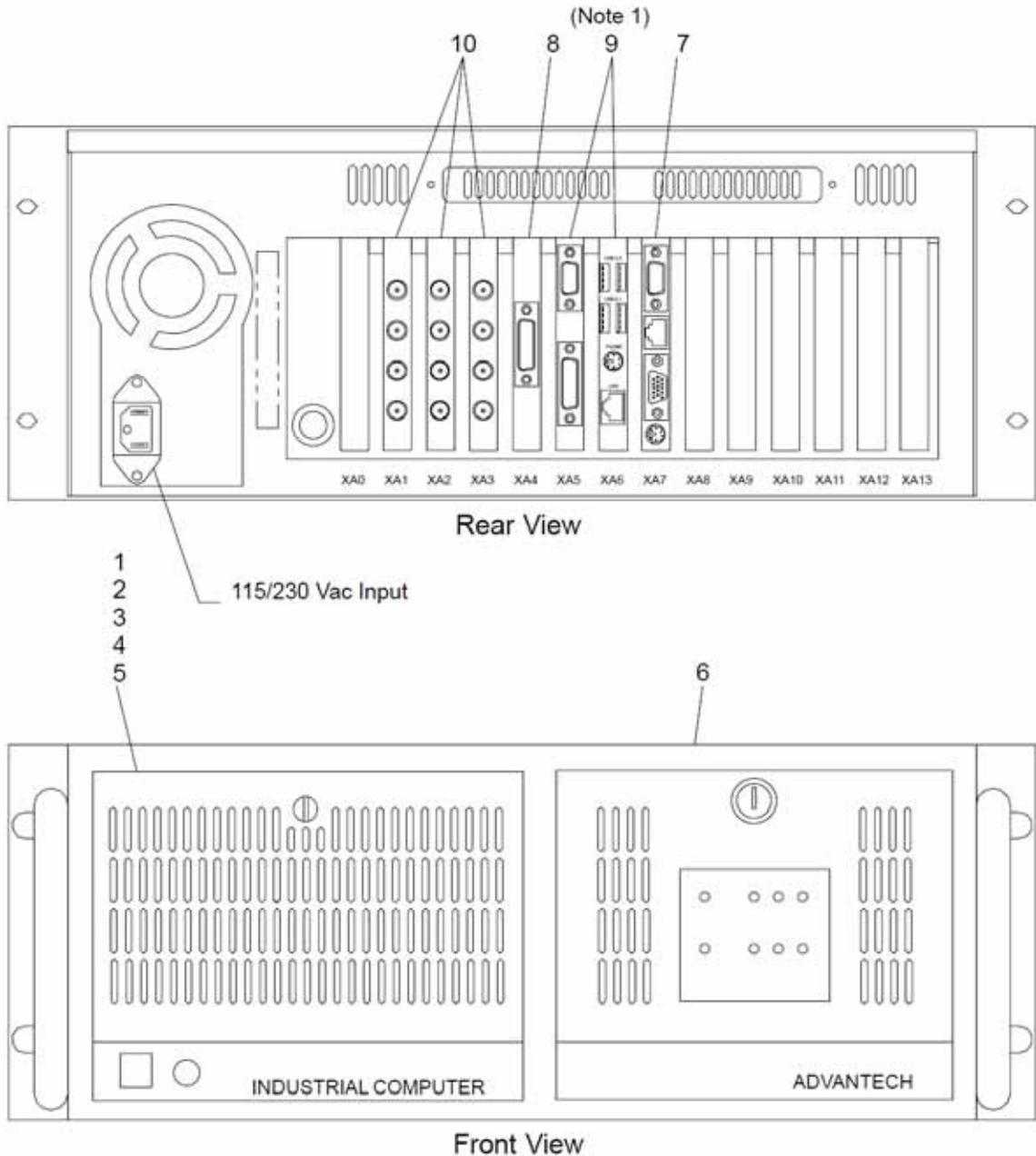


圖 2.2-10 GSD 電腦

2.2.1.2.3 印表機操控台

圖 2.2-11 顯示印表機操控台上有事件印表機、報告雷射印表機、印表機伺服器設備。事件印表機經由印表機伺服器的並行序列埠與 RJ-45 連接器相連接。

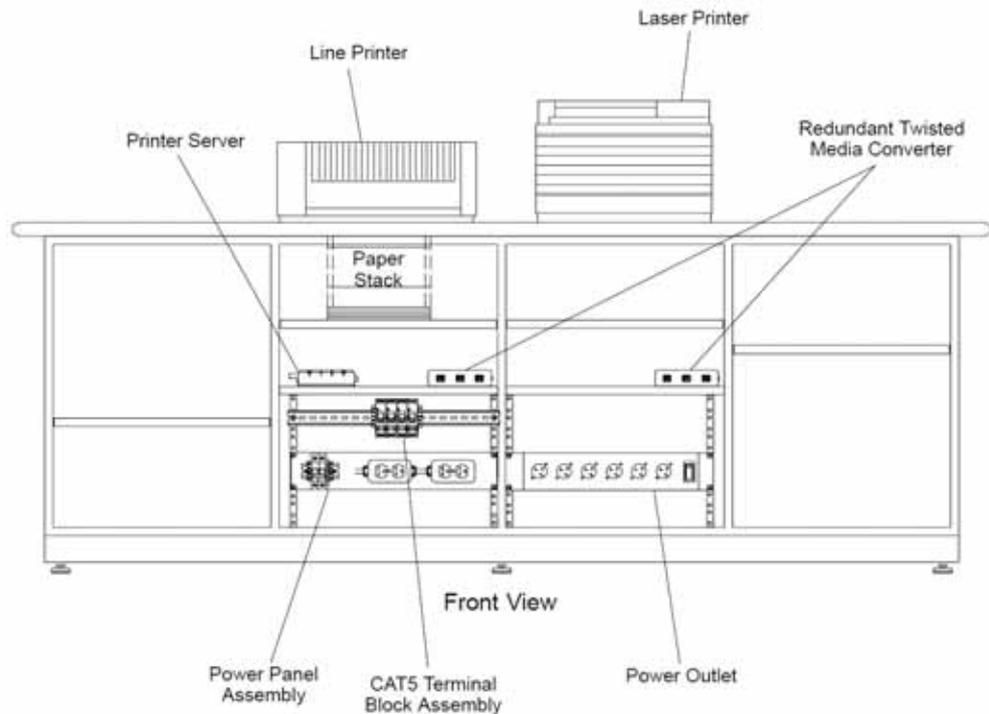


圖 2.2-11 列表機操控台總成

事件印表機配置點陣印表機可提供連續的資料列印功能，包括行控指令和系統警報和事件發生時資料。點陣印表機配置連續的送紙機，列式印表機輸出到印表機伺服器並行序列埠，中央區域網路連接中央電腦機箱 1 和 2 的 A8 位置。報告雷射印表機列印在黑白模式下每分鐘可列印 45 頁。用以列印中央電腦的系統運轉報告的資料，可提供選擇指定查詢的報告項目。雷射印表機與列式印表機以相同方式經印表機伺服器連接中央網路。

2.2.1.3 號誌房設備房

號誌房設備房(SER)，在行控中心室附近，包含中央電腦機箱。提供複置性設備的操作，中央控制系統有列車控制伺服器配合兩相同處理器和資料庫伺服器

配合。中央控制伺服器透過中央網路和道旁網路跟 ATC 子系統通訊。列車控制伺服器安裝在 1 號中央電腦機箱，資料庫伺服器安裝在 2 號中央電腦機箱。

2.2.1.3.1 中央電腦機箱 1

中央電腦機箱 1 內部配置如圖 2.2-12 所示。

2.2.1.3.1.1 中央列車控制伺服器

中央列車控制伺服器是整個 ATC 系統最重要的設備，如圖 2.2-13 所示安裝在中央電腦機箱 1 內的 A6 位置。負責執行下列功能：

- (1) 協調行控和 ATC 子系統和設備之間的聯繫，包括維修區工作站，透過備援區域網路。
- (2) 協調行控和非 ATC 的系統之間的聯繫，例如 ORS，CCTV 系統和 PA 系統。
- (3) 經由備援乙太網連接工作站電腦並且傳送及接收控制員指令。
- (4) 監控手動控制面板的狀態的數位訊號，控制中央警報迴路的數位輸出。
- (5) 供電設備的監控狀態和遙控控制。
- (6) 列式和雷射印表機。

中央列控制伺服器是 Stratus 公司的 ftServer 3300 系統，提供雙模組複置設備的兩個 CPU。伺服器系統包含下列組件：

A. 二個 3.06 GHz CPU 模組：

這些模組各自包含一台 3.06 GHz Intel XenonT 處理器和 2048 MB DDR。每個 CPU 模組有各自的電源。兩個 CPU 同時運作，但是只有一個 CPU 當值。如果當值的 CPU 故障，另一個 CPU 會立即接管處理不會中斷系統。

B. 兩核心 I/O：

核心 I/O 組件有相同的配置。每個 I/O 組件包含一個核心 I/O 電路板、影像卡、CD-ROM、18 GB 硬碟、一個 SCSI 連接埠，兩個乙太網連接埠和一個 LED 指示燈面板及有各自的電源，每核心組件能支援到 3 個硬碟。當其中一個 I/O 組件停止運作時，另一 I/O 可接管，繼續轉存在設備和 CPU 之間的資料。

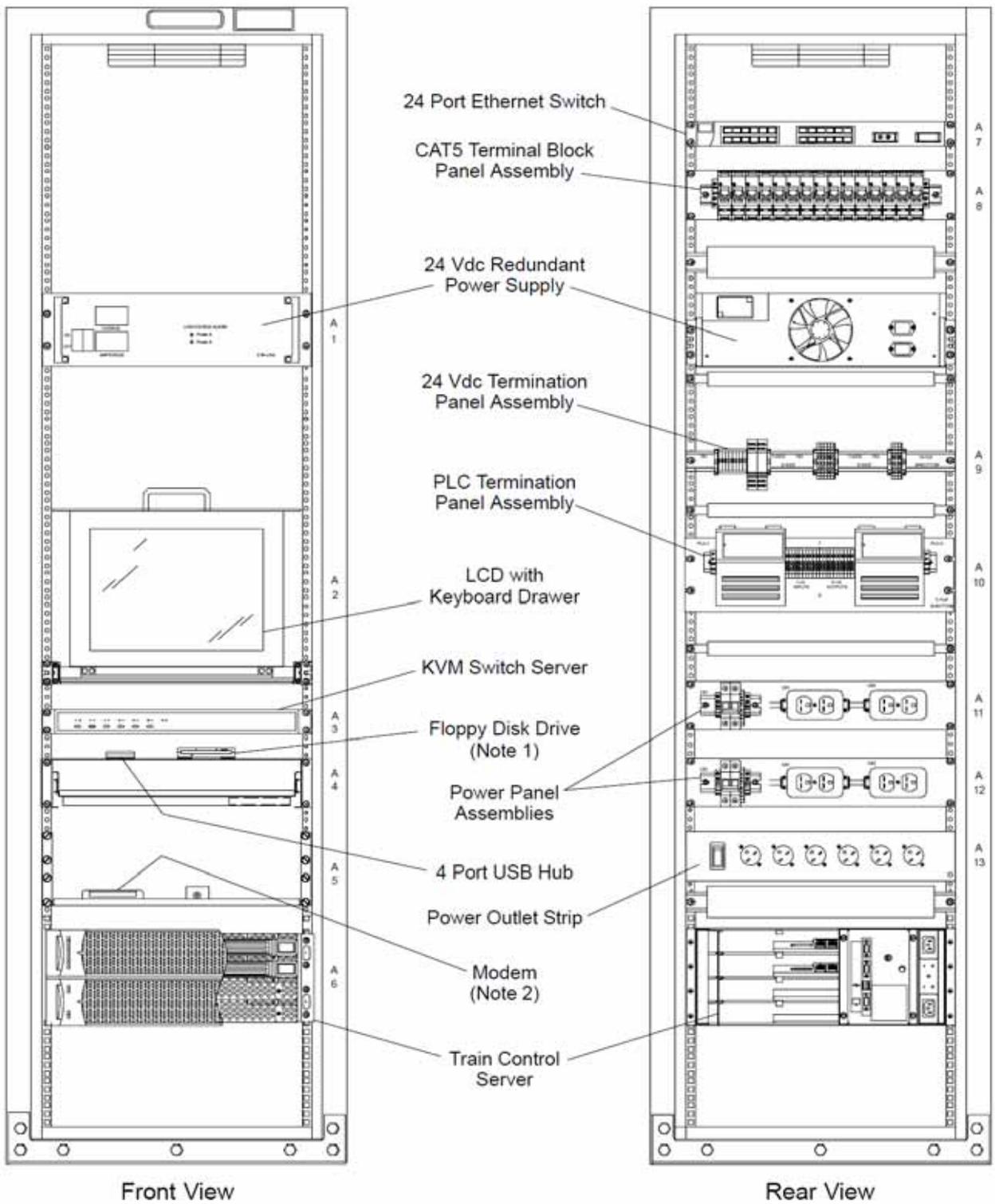


圖 2.2-12 中央電腦機箱 1

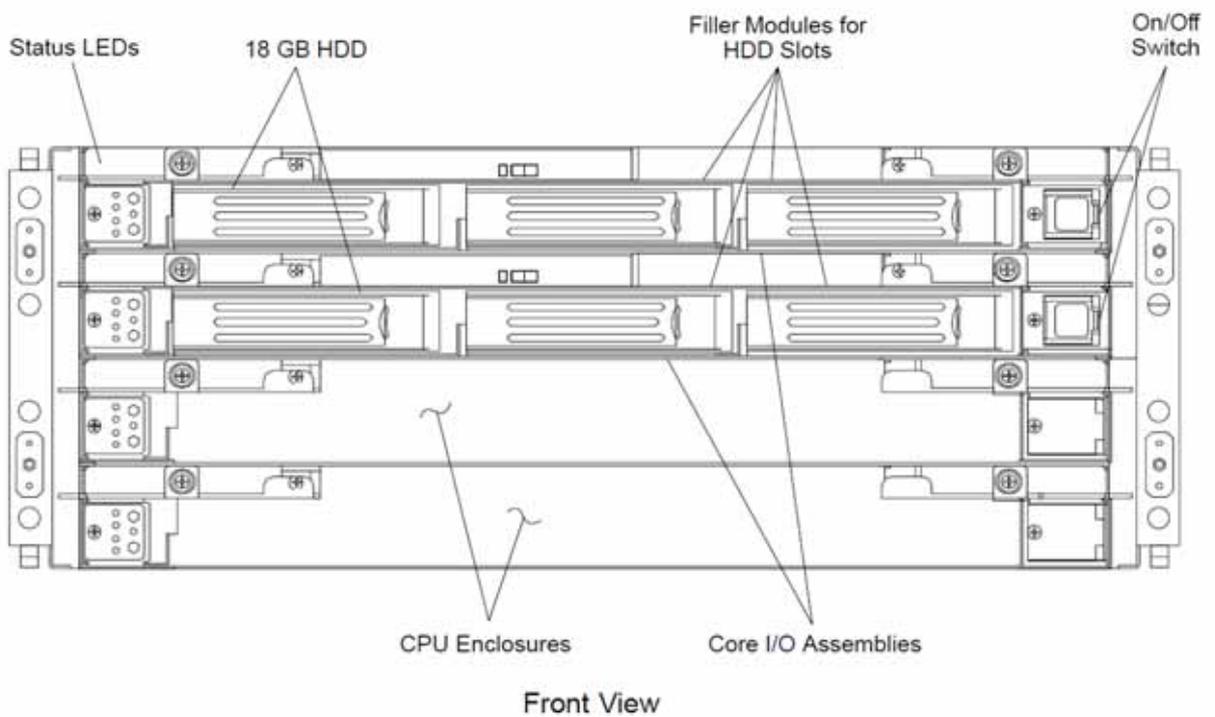
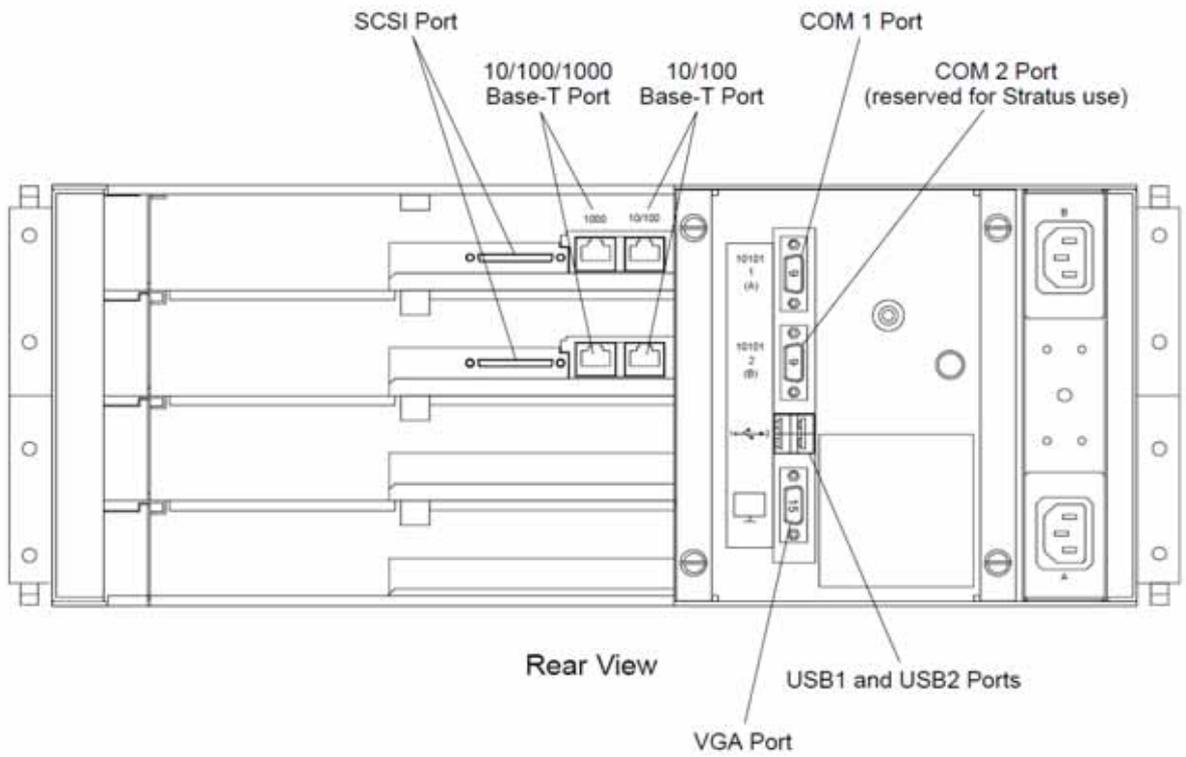


圖 2.2-13 中央列車控制伺服器

C.機架：

機架組件為 CPU 週邊連接和核心 I/O 組件提供支撐結構。機架組件包含一個交流電源，一塊 I/O 連接器電路板，4U 槽背板和一張計時卡。連接器 I/O 板位於機殼的後面包含二個 USB 連接埠(一個使用 KVM 轉換伺服器和一使用在提供 4 個 USB 連接埠輸入)、一個 VGA 顯示卡連接埠(螢幕)、COM1 連接埠和 COM2 連接埠(數據機僅供 Stratus 使用)。

D.數據機

用來與 Stratus 公司技術維修總部遠端連線。這個連線可讓 Stratus 遠端監控列車控制伺服器的運作且不影響系統的操作。

當系統運作故障時，下列零件可被熱抽換的：CPU 裝置、核心 I/O 組件(只要核心組件有相同規格)、18GB 硬碟機及數據機。進行更換硬碟時須注意資料要事先同步且容量要相同。

2.2.1.3.1.2 雙電源供應器和 A9 端子座

雙電源供應器在 1 號中央電腦機箱 A1 的位置輸出 24V 直流電、150 瓦特，透過 A9 端子座，提供複置電源至行控中心維生的電路負載。如果其中一個電源故障，另一電源持續提供電源給這些設備。這些重要的維生設備包括：列車控制和軌道電力緊急跳脫指示的至中央列車控制伺服器的電路、控制面板上警訊的蜂鳴器、列車控制和電力緊急跳脫電路。電源設備輸出到伺服器，伺服器監控每個電源供應的狀態，如果電源出現故障將發出警訊。電源輸出分佈在 A9 端子座上的 3 個端子條，TB1 端子輸出電源分配有 10 條單獨的供應電路，TB2 則在每個供應電路裝有 2.0 安培保險絲，連接 TB3 形成直流電迴路。

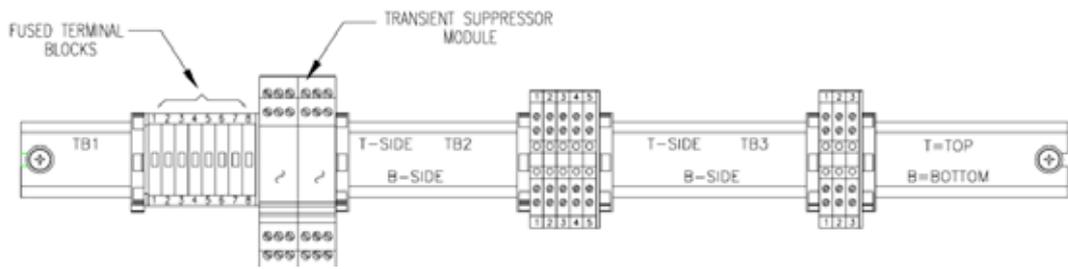


圖 2.2-14 A9 位置 24V 直流電端子座

2.2.1.3.1.3 KVM 切換開關

KVM 切換開關在中央電腦機箱 1 的 A3 位置。透過這個開關 LCD 螢幕、鍵盤和滑鼠可以連接在中央電腦機箱 1 的列車控制伺服器與中央電腦機箱 2 的資料庫伺服器或者系統診斷電腦其中一台。

2.2.1.3.1.4 I/O 端子面板組件

I/O 端子面板總成，由一個端子板和兩個可程式控制邏輯器(PLC)，這設備使用在中央列車控制伺服器傳送音頻報警訊號到行控中心操控台的蜂鳴器。此外，列車控制伺服器及資料庫伺服器接收，緊急跳脫狀態和雙電源供應器的電力不足壓狀態指示訊號。

2.2.1.3.1.5 CAT5 端子座組件

CAT5 端子座組件如圖 2.2-15 所示提供來自各種設備訊號網路線連接的端點，位置在 A8。組件僅可使用 RJ-45 網路線，當連接器插入端子座即連接到乙太網路交換機。



圖 2.2-15 CAT5 端子座面板總成

2.2.1.3.1.6 乙太網路交換機

位於 1 號中央電腦機箱 A7 的位置，功用在將乙太網區域網路一方資料傳送到另一方有接收需求的位址。

2.2.1.3.1.7 外接式 1.44 MB 軟碟機和 4 個 USB 2.0 連接埠

位於 1 號中央電腦機箱 A4 的位置。外接式 1.44 MB 軟碟機提供資料下載存檔，而 I/O 連接器板上 4 個 USB2.0 連接埠，更可連接其他儲存媒體，使資料下載更具擴充性。

2.2.1.3.1.8 電源插座

在 A11 和 A12 位置有兩個電源插座。這些電源插座用來提供 1 號中央電腦機箱裏的各種設備 230/240V 交流電電源。

2.2.1.3.2 中央電腦機箱 2

內部配置如圖 2.2-16 所示。

2.2.1.3.2.1 中央資料庫伺服器系統

列車控制伺服器相同使用國眾電腦公司(Stratus)的 ftServer3300 伺服器系統。安裝於中央電腦機箱 2 的 A5 位置。並執行下列功能：

- (1)接收系統的的資訊狀態，且將警訊資料傳送至列式印表機列出。
- (2)接收並儲存資訊，以利維護管理資訊系統。
- (3)透過區域網路提供界面連接到龐巴帝辦公室的工程師在必要時候監控並且檢修列車控制系統。

2.2.1.3.2.2 系統診斷電腦裝置

裝在中央電腦機箱 2 號 A1 位置的系統診斷電腦裝置與 ATCSCADA 電腦相同，透過 1 號中央電腦機箱內切換 KVM 組件 LCD 監視器、鍵盤、滑鼠即可與 2 號中央電腦機箱內的系統診斷電腦裝置相連接。

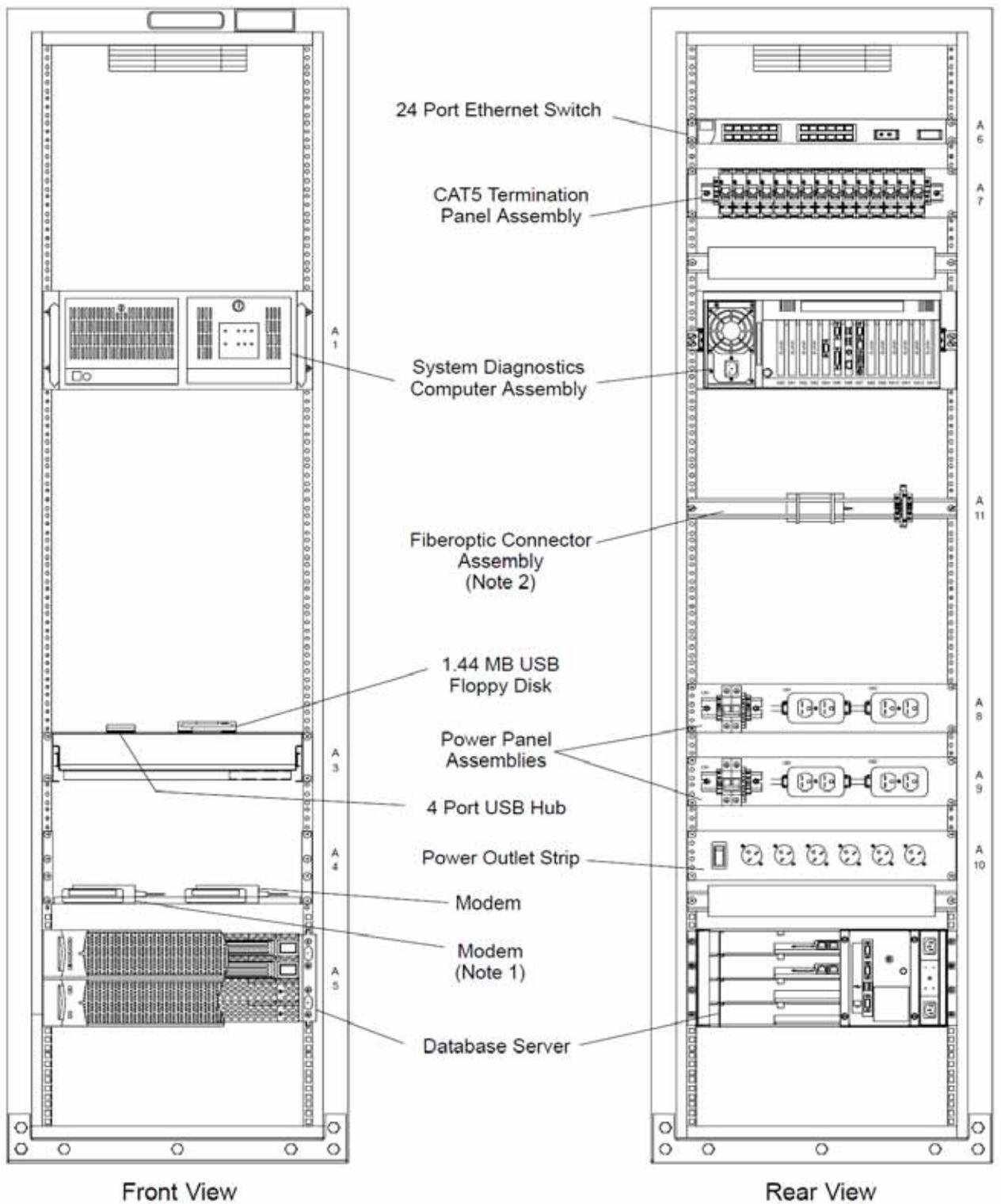


圖 2.2-16 中央電腦機箱 2

2.2.1.3.2.3 CAT5 端子座組件

CAT5 端子座組件裝在 2 號中央電腦機箱上 A7 位置與 1 號電腦機箱內的 CAT5

端子座組件相同功能。

2.2.1.3.2.4 乙太網路交換機

乙太網路交換機安裝在 2 號中央電腦機箱 A6 位置，運作與 1 號中央電腦機箱相同。

2.2.1.3.2.5 光電轉換器組件

安裝在 A11 位置上用來連結內湖測試軌控制台到行控中心伺服器。

2.2.1.3.2.6 電源插座

在 A8 和 A9 位置有兩個電源插座。這些電源插座用來提供 2 號中央電腦機箱內各種設備的 230/240V 交流電用電。

2.2.1.3.2.7 數據機

兩個數據機安裝在 A4 位置托架上。一台使用在與國眾公司 Stratus 技術的聯繫。第 2 台則連接系統診斷電腦與匹茲堡龐巴帝公司工程師用以監控系統操作和檢修時需要。

2.2.1.3.3 測試軌控制台

測試軌控制台如圖示 2.2-17 所示亦有 3 個隔間，裝置下列零件：

- (1)隔間 1 為通信設備
- (2)隔間 2 和 3 為列車控制工作站，隔間 3 下方安裝列車控制工作站電腦。
- (3)測試軌控制台面板總成一個緊急斷電按鈕。
- (4)操控台上另加裝設四個 LCD 螢幕，兩台 CCTV 監控測試軌道上狀態，另兩台 CCTV 則監控車輛內部情形。

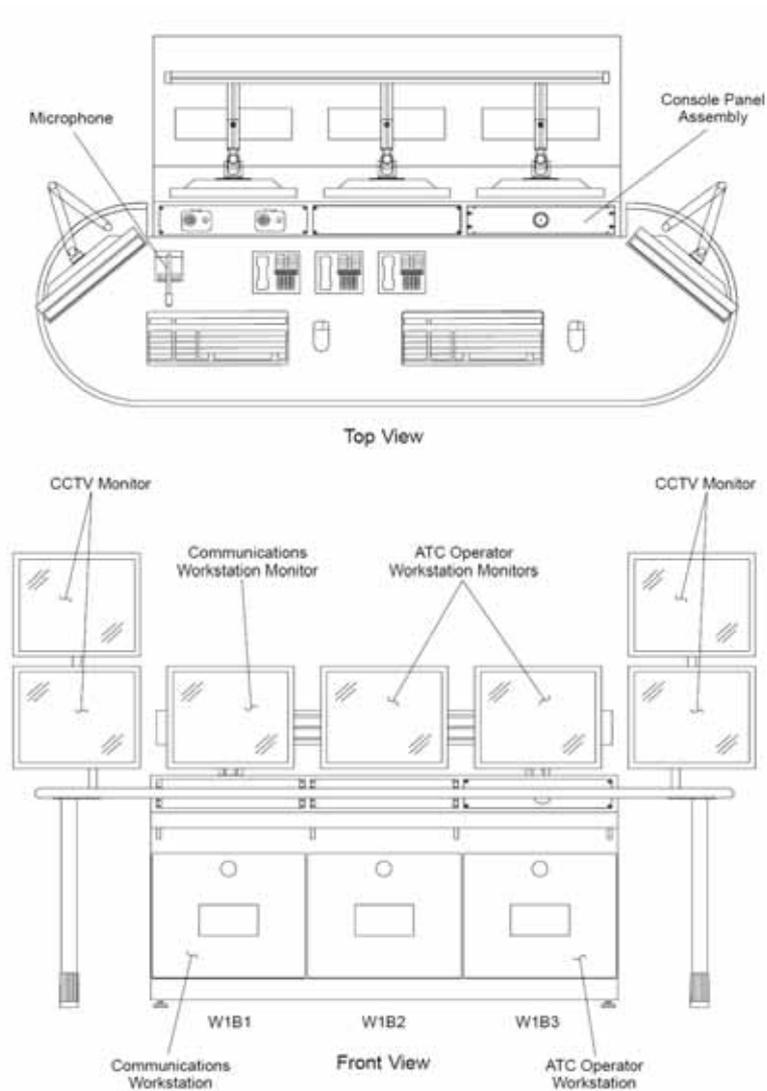


圖 2.2-17 測試軌操控台

2.2.1.4 預防檢修

2.2.1.4.1 使用指南

本章在說明執行檢查/維護計畫提早發現設備異常的徵兆，如果沒執行，可能最終將導致中央控制系統的故障。這些預檢應該是在離峰時間進行，對交通運輸系統的乘客影響最小。最初應嚴格遵守預防檢修頻率的規定。後續基於實際操作經驗或者當地特殊條件，這些維修頻率將可做改變。檢查和預防檢修操作細節應有準確的設備維修記錄，且應時常查閱這些檔案。這些記錄可幫助發現，分析，並且改正錯誤的操作的方式，進而調整現有的維修計畫。維護人員必須熟悉操作

設備的方法。中央控制系統直接影響運輸系統操作，維護人員不應該在未獲授權下改變電路。

2.2.1.4.2 安全方面

全部的維護工作在進行維修系統設備之前，首先須注意安全不管進行那種維修應該有安全計畫。如果它導致對維護人員受傷，其一個不安全的維護程序比故障要嚴重。概括來說，維護程序有三階段，事前準備、維修和事後清除。系統安全也是在保養中央控制設備過程中的一種關鍵要素。沒有正式的工程師同意，不要做對中央控制系統的任何電路修改。未被授權修改任何部分 APM 系統將暴露在危險中，並且製造商可以表示無效保證。

2.2.1.4.2.1 靜電放電的預防

大地中潛在從 3500 到 5000 伏特的電位，大多數人不會意識到靜電放電的存在，但一些半導體器件，例如 EPROM(可抹除式的可程式的唯讀記憶體)以及 VMOS(V 型金屬氧化物半導體)已經被證實對 ESD 損害敏感，在靜電低達 30 到 100 伏特即會損害到。因此，它對大多數半導體可能造成嚴重損壞。遵守下列方法在檢修和維修操作期間將降低 ESD 對在 ATC 系統電腦裡的半導體器件的損害的可能性。

2.2.1.4.2.2 預防靜電放電損害的方法

當進行電腦機箱的檢修工作或不能避免會接觸或者處理印刷電路板時，應遵照下列方法預防：

- A.當你要接觸到印刷電路板時，站一個可導電性的地板上。
- B.裝置靜電消除腕帶並連接這靜電消除腕帶到機箱的接地裝置，這靜電消除腕帶應該能抵抗 10 兆歐姆的電流。
- C.靜電消除腕帶應該定期性地檢查，測試靜電消除腕帶須在 500k 歐姆和 10 兆歐姆之間，若沒達到這標準應立即更換。
- D.盡量從印刷電路板邊緣拿取避免接觸印刷電路板元件連接部分。
- E.保持工作區乾淨，避免使用非導電性材料。

F.在你從機箱拆除印刷電路板之後，立即放置在一個具導電保護的袋子包起來並且內裝有防震材，確保印刷電路板在運輸期間或下次維修時設備的完整。

2.2.1.4.3 系統設備的檢查

表 2.2-1 為列舉中央控制系統相關的設備檢查程序。根據規定頻率清潔和檢查中央控制系統機箱。另列式印表機、鐳射印表機、GSD 螢幕請以供應商提供的使用手冊說明書。

頻率	維護程序
每日	每日執行第 4.3.1 章節所述中央控制系統設備的程序。
每星期	以 DVD 燒錄機備份資料庫伺服器的資料。
	用一塊乾淨的布料，清潔機箱外殼週圍。
	檢查機箱的外部是否有凹陷或刮痕。當發現有變形痕跡時，檢查機箱內部是否損害。
	與 Stratus 建立連線驗證伺服器的操作功能。
每個月	檢查列車控制伺服器、資料庫伺服器、診斷電腦、GSD 電腦及 SCADA 電腦的底座空氣是否流通。
	透過鍵盤和滑鼠測試診斷電腦的操作功能。
	測試電話轉接頭連接的設備之數據和電話通信品質。
每半年	檢查並且清潔中央控制系統機箱。

表 2.2-1 中央控制系統預檢程序

2.2.1.4.3.1 每日的檢查工作

為確保中央列車控制伺服器執行 APM 各方面操作功能正常，前面板的 LED 指示燈顯示中央列車控制伺服器內的 CPU 運作情形，檢查紅色 LED 指示燈熄滅，綠色的 LED 指示亮著。確認資料庫伺服器前面板上 LED 指示燈正常及 LCD 顯示器上沒有警訊。

2.2.1.4.3.2 中央資料庫伺服器的硬碟資料備份

中央資料庫伺服器在正常的 APM 操作期間，每天會產生當天發生所有系統活動的日誌檔案。每件日誌檔案以日期為檔名收集在電腦硬碟中。每天的日誌檔案累積儲存在中央資料庫伺服器硬碟內，最後將佔滿每個硬碟資料伺服器硬碟。避免中央資料庫伺服器硬碟空間不足，每隔一段時間應將中央資料庫伺服器的資料備份至 CD 光碟片或 DVD 光碟中保存，然後刪除中央資料庫伺服器內的檔案資料。

2.2.2 行控中心電腦畫面

2.2.2.1 內湖線路線說明

內湖線為木柵線之延伸，沿復興北路以高架型式至民族東路口改以地下方式轉進松山機場，沿途穿越松山機場、基隆河，經北安路於大直自強隧道南端圓環旁之北安路東側出土，以高架路線續往東沿，經北安路、內湖路、文德路、成功路、康寧路，最後進入南港經貿園區，並於東側設1機廠。路線總長約14.8公里，共設12座車站及1座機廠。

內湖線12座車站中，有兩座車站為地下車站，分別為松山機場站(BR1)及大直站(B1)，其餘10座車站均為高架車站，大部分車站月台皆採側式月台設計，其中松山機場站(BR1)、大直站(B1)、西湖站(B3)及南港展覽館站(B11)配合車站周遭環境採島式月台設計。

全線共有53個轉轍器（正線21個，機廠區32個）。於松山機場站（BR1）及中山國中站（BR2）間設一避車軌，於港墘站（B4）及文德站（B5）間設一袋型軌，提供較木柵線更為靈活的列車調度空間。

內湖機廠設有16條列車儲放軌道，約可容納64列電聯車，1條電聯車洗車軌、1座擁有8條維修軌道的車輛維修廠以及1條測試軌供維修人員進行電聯車測試，另於機廠內設置內湖行車行控中心，監控系統運轉，現行的木柵行車行控中心將

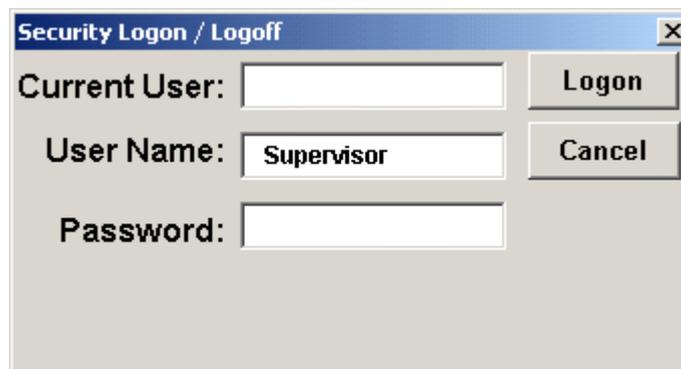
進行更新成爲內湖的備援行控中心，以提升監控系統的可靠度。

2.2.2.2 畫面操作簡介

2.2.2.2.1 系統登入

系統控制員如欲操作控制台，需先登入系統才能進行操作，對於使用者之管理，系統已事先設定於資料庫內，並將使用者分爲三個等級：

1. Monitor/Remote：此等級的使用者，只限於瀏覽系統畫面，不能執行任何控制指令。
2. Operator：Operator 等級的使用者，除可瀏覽系統畫面外，並可執行系統控制等相關功能，如列車控制、列車調度、月台門、列車初始化、供電及系統操作模式等控制，但無法執行管理等級的功能，如列車時刻表管理及系統使用者管理等功能。
3. Supervisor：Supervisor 爲系統使用者中等級最高的使用者，其可執行任何的系統控制及系統管理功能。



2.2.2.2.2 畫面類型

操控台電腦畫面爲行控中心控制員監視系統狀態及控制系統各項設備的重要介面，畫面的呈現主要區分爲二種類型，一種係以文字爲基礎的畫面，另一種則是以圖像爲基礎的畫面，分別簡述如下：

1. 文字類型畫面 (Text based displays)：因需使用文字敘述來描述設備狀態或需藉由控制員輸入數據以控制系統之運行，此類設備詳細狀態顯示、警訊清單及時

刻表管理等系統電腦畫面皆設計為文字類型電腦畫面。



圖 2.2-18 文字類型電腦畫面

2. 圖像類型畫面 (Graphics based displays) :

有三種主要的圖像類型電腦畫面，分別為：

A. 列車控制畫面 (Train Control Displays) : 本畫面可顯示的資訊包括列車移動、行駛方向及分佈情形、閘門狀態、車站狀態及轉轍器操作狀態。本畫面可依需求局部放大，放大後之畫面將會有更多的設備資訊顯示於畫面上。

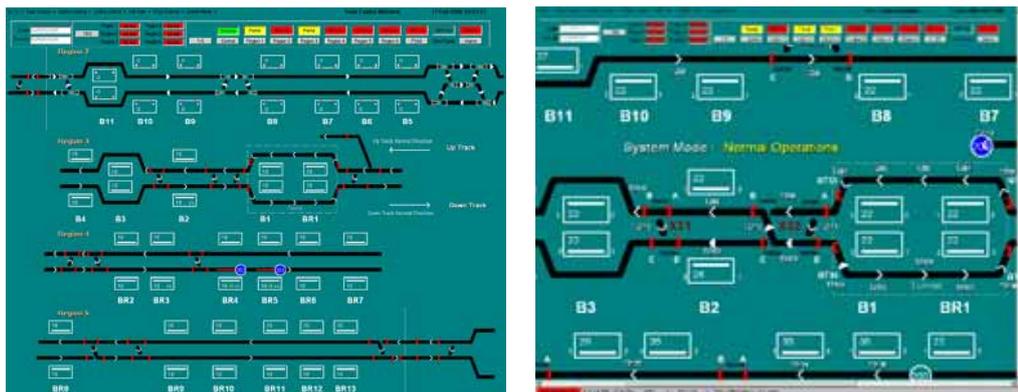


圖 2.2-19 圖像類型畫面

B. 供電畫面 (Power System and Distribution Displays) : 本部分之畫面因系統廠商尚未設計完成，無法提供相關資訊供本公司參考，故此部分畫面資料於廠商設計完成後，再加以補充。

C.系統狀態顯示畫面 (System Status Displays)：系統狀態顯示畫面可區分為中央網路狀態顯示畫面及各分區 (Region 1—Region 6) 狀態顯示畫面。

a.中央網路狀態顯示畫面可顯示行控中心控制台、測試軌控制台、GSD 設備、伺服器、印表機及各分區間之連線狀態。

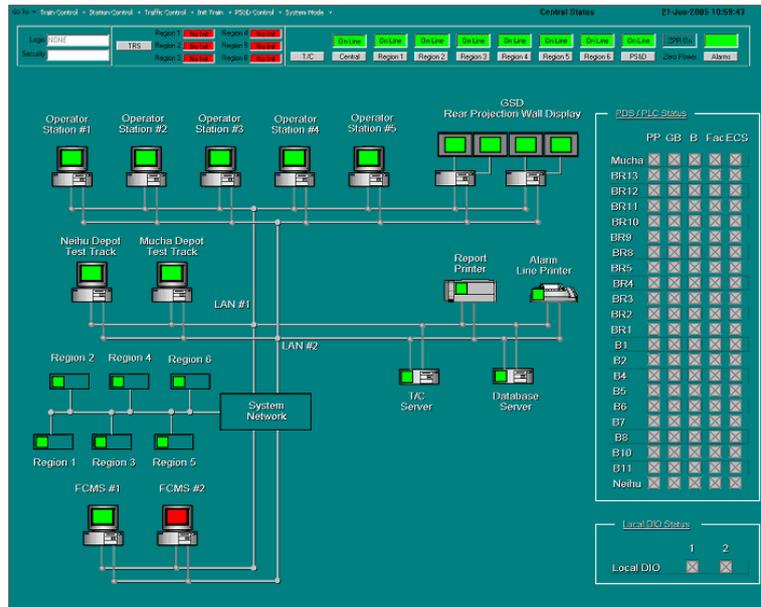


圖 2.2-20 中央網路狀態顯示畫面

b.各分區狀態顯示畫面可顯示分區 ATP、ATO 及其各相關設備之狀態。

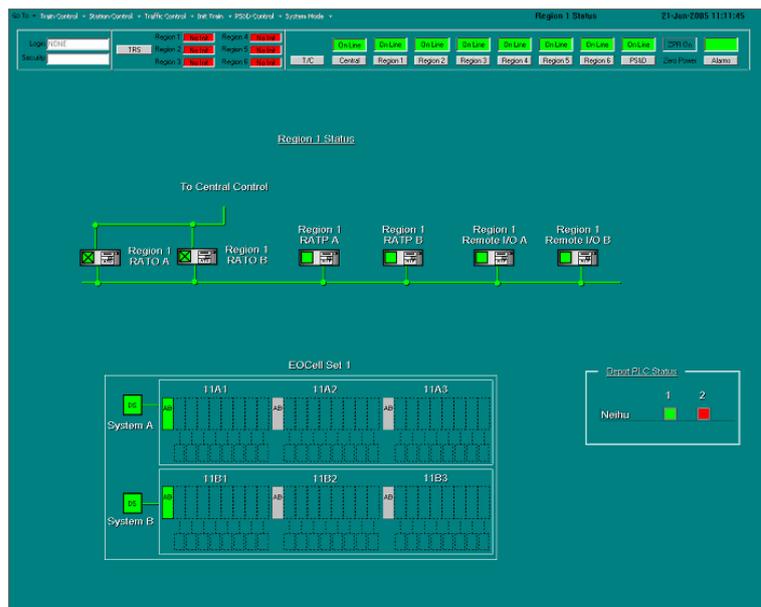


圖 2.2-21 分區 ATP、ATO 狀態顯示畫面

2.2.2.2.3 畫面架構

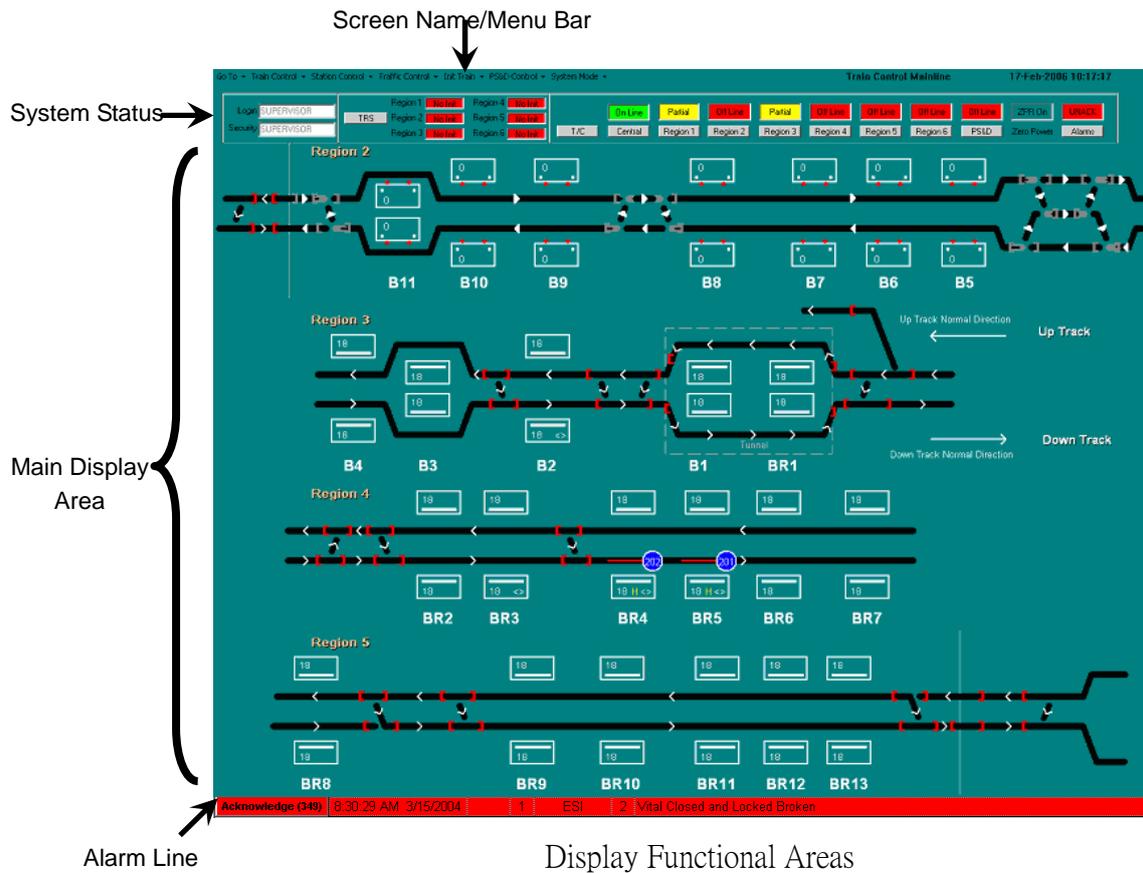


圖 2.2-22 常用正線列車控制顯示畫面

每一個圖像類型電腦畫面可劃分為五個主要區域，分別為：

(1)畫面名稱（Screen Name Bar）——位於畫面之右上方，顯示該畫面之名稱。

(2)主選單（Menu Bar）——位於畫面之第一列，其選項由左至右分別為

- .Go To
- .Train Control
- .Station Control
- .Traffic Control
- .Init Train
- .PS&D
- .System Mode

點選選項後，會出現一下拉式視窗，供控制員選擇欲顯示之子畫面或

欲執行之指令。

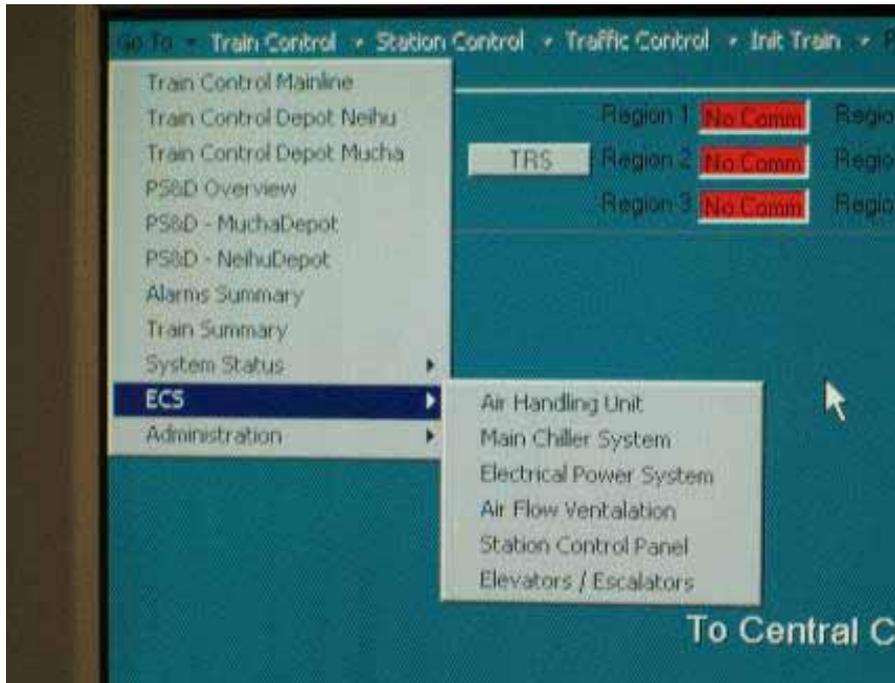


圖 2.2-23 視窗式畫面操作

(3)狀態列 (System Status Header)——位於主選單之下方，顯示現行系統之狀態，各狀態顯示及按鈕功能詳如下表：



圖2.2-24 狀態列畫面

System Status Header Fields	
Field	Description
Log on	The name and authorization level of the operator currently logged into this oper-ator station. Note: No logon name is shown on the overhead GSD monitor.
Central (Status) but-ton and indicator	Shows the communication status to the network displayed as follows: <ul style="list-style-type: none"> _ OFFLINE—black text on red background. _ ONLINE—black text on green background. _ PARTIAL—black text on yellow background. Single clicking the left mouse button while pointing to this button causes the Central Network Status display to appear.

<p>Region 1 (Status) button and indicator</p>	<p>Shows communication status to region 1 displayed as follows: _ OFFLINE—black text on red background.</p> <p>_ ONLINE—black text on green background.</p> <p>_ PARTIAL—black text on yellow background.</p> <p>Single clicking the left mouse button while pointing to this button causes the Region 1 Network Status Display to appear.</p>
<p>Region 2 (Status) button and indicator</p>	<p>Shows communication status to region 2 displayed as follows:</p> <p>_ OFFLINE—black text on red background.</p> <p>_ ONLINE—black text on green background.</p> <p>_ PARTIAL—black text on yellow background.</p> <p>Single clicking the left mouse button while pointing to this button causes the Region 2 Network Status Display to appear.</p>
<p>Region 3 (Status) button and indicator</p>	<p>Shows communication status to region 3 displayed as follows:</p> <p>_ OFFLINE—black text on red background.</p> <p>_ ONLINE—black text on green background.</p> <p>_ PARTIAL—black text on yellow background.</p> <p>Single clicking the left mouse button while pointing to this button causes the Region 3 Network Status Display to appear.</p>
<p>Region 4 (Status) button and indicator</p>	<p>Shows communication status to region 4 displayed as follows:</p> <p>_ OFFLINE—black text on red background.</p> <p>_ ONLINE—black text on green background.</p> <p>_ PARTIAL—black text on yellow background.</p> <p>Single clicking the left mouse button while pointing to this button causes the Region 4 Network Status Display to appear.</p>
<p>Region 5</p>	<p>Shows communication status to region 5 displayed as follows:</p>

<p>(Status) button and indicator</p>	<p>_ OFFLINE—black text on red background. _ ONLINE—black text on green background. _ PARTIAL—black text on yellow background. Single clicking the left mouse button while pointing to this button causes the Region 5 Network Status Display to appear.</p>
<p>Region 6 (Status) button and indicator</p>	<p>Shows communication status to region 6 displayed as follows: _ OFFLINE—black text on red background. _ ONLINE—black text on green background. _ PARTIAL—black text on yellow background. Single clicking the left mouse button while pointing to this button causes the Region 6 Network Status Display to appear.</p>
<p>PS&D (Status) button and indicator</p>	<p>Shows the communication status to the PS&D system displayed as follows: _ OFFLINE—black text on red background. _ ONLINE—black text on green background. _ PARTIAL—black text on yellow background. Single clicking the left mouse button while pointing to this button causes the PS&D Overview display to appear.</p>
<p>Alarms (Status) but- ton and indicator</p>	<p>Indicates the presence or absence of alarms as follows: _ UNACK—black text on red indicates an unacknowledged alarm exists. _ ACK—black text on a yellow background indicates that an active acknowl- edged alarm exists.</p>

	<p>_ Green indicates no alarms exist.</p> <p>Single clicking left mouse button while pointing to this button causes Alarms Summary display to appear.</p>
Train Control button	<p>Single clicking the left mouse button while pointing to the train control button causes the Train Control Overview display to be shown.</p>
Zero Power Rail On/Off indicator	<p>Indicates whether or not a zero speed code override will be issued when power rail is off.</p>
TRS button	<p>Single clicking the left mouse button while pointing to the TRS button causes the TRS pop-up form to be shown.</p>
TRS Region 1 (Status) indicator	<p>Shows TRS Region 1 status as follows:</p> <p>_ NO COMM—black text on red background.</p> <p>_ NO INIT—black text on red background.</p> <p>_ green background if status is good.</p>
TRS Region 2 (Status) indicator	<p>Shows TRS Region 2 status as follows:</p> <p>_ NO COMM—black text on red background.</p> <p>_ NO INIT—black text on red background.</p> <p>_ green background if status is good.</p>
TRS Region 3 (Status) indicator	<p>Shows TRS Region 3 status as follows:</p> <p>_ NO COMM—black text on red background.</p> <p>_ NO INIT—black text on red background.</p> <p>_ green background if status is good.</p>
TRS Region 4 (Status) indicator	<p>Shows TRS Region 4 status as follows:</p> <p>_ NO COMM—black text on red background.</p> <p>_ NO INIT—black text on red background.</p> <p>_ green background if status is good.</p>
TRS Region 5 (Status) indicator	<p>Shows TRS Region 5 status as follows:</p> <p>_ NO COMM—black text on red background.</p> <p>_ NO INIT—black text on red background.</p> <p>_ green background if status is good.</p>

TRIS Region 6 (Status) indicator	Shows TRS Region 6 status as follows: _ NO COMM—black text on red background. _ NO INIT—black text on red background. _ green background if status is good.
--	--

(4)主畫面 (Main Display Area) ——佔整個畫面最大部分面積的即為主畫面，其為設備狀態、表單及對話方塊顯示的地方。

(5)警訊列 (Alarm Line) ——畫面的最下方為警訊列，其一次只顯示一筆警訊，如果有多筆警訊同時出現，其將顯示優先等級最高之警訊，待此警訊被確認後，才會顯示下一筆警訊。



圖 2.2-25 畫面下方的狀態列

2.2.2.2.4 基本操作方法

(1)主畫面選擇

通常會有兩種選擇主畫面的方法，一種係從主選單Go To下拉式視窗中點選欲顯示之主畫面選項，另一方法則從狀態列上的按鈕上來選擇，各主畫面之選擇方法詳如下表。

System Display Selection		
Display	Status Header Button	Menu Option
Train Control Overview	T/C Overview	Go To> Train Control Overview
Central Network Status	Central	Go To > System Status>Central Network
ATC Region 1 Status	Region 1	Go To > System Status>ATC Region 1
ATC Region 2 Status	Region 2	Go To > System Status>ATC

		Region 2
ATC Region 3 Status	Region 3	Go To > System Status>ATC Region 3
ATC Region 4 Status	Region 4	Go To > System Status>ATC Region 4
ATC Region 5 Status	Region 5	Go To > System Status>ATC Region 5
ATC Region 6 Status	Region 6	Go To > System Status>ATC Region 6
PS&D Overview	PS&D	Go To > PS&D Overview
Alarm Summary	Alarms	Go To > Alarm Summary
Train Summary	None	Go To > Train Summary

(2)控制項的選取

- A. 控制項：在圖像類型畫面裡面，大部分的設備圖像（控制項）都可被點選並下達操控指令，如：列車、車站、閘門、轉轍器及斷路器等圖樣皆為一控制項。
- B. 點選／取消：當某一控制項被點選後，其圖像將變成一黃色閃爍圖像，以顯示該控制項目前正處於“被點選狀態”，系統控制員可進一步下達指令加以操控；如系統控制員不想下達指令，欲取消其點選狀態，則只要再點選該控制項一次，即可取消。
- C. 如需一次對多個同性質之控制項（如：車站、列車）下達操控指令，則可先逐一點選，讓所有欲下達指令的控制項皆處於“被點選狀態”後，再下達指令加以操控。

(3)快顯功能表：當一控制項處於“被點選狀態”，系統控制員單擊滑鼠右鍵，則

會出現一功能清單（稱為快顯功能表），該表列出該控制項可被執行的所有功能項目。控制員可利用「快顯功能表」快速的選取欲執行的指令。

(4)設備狀態訊息視窗：“SHIFT” +單擊控制項，則該控制項之完整訊息視窗將會出現，控制員可利用此功能來察看設備狀態。

(5)指令的執行

指令的執行步驟如下

.確認欲下達指令的控制項已處於“被點選狀態”。

.從主選單之下拉式視窗中選取欲執行的指令，或單擊滑鼠右鍵，由出現的快顯功能表上選取欲執行的指令。

2.2.2.2.5 列車控制畫面 TRAIN CONTROL DISPLAY

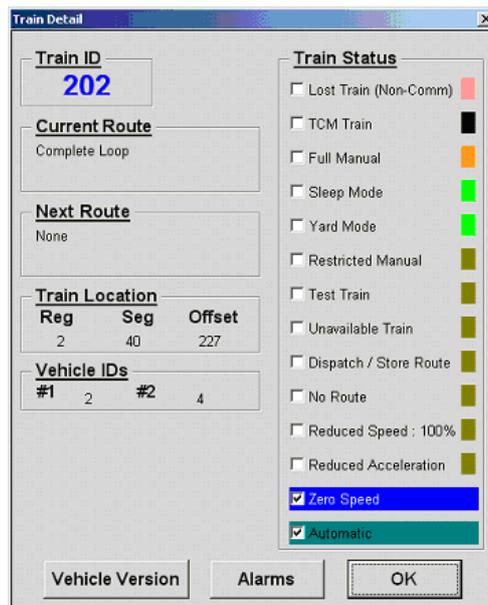


圖 2.2-26 列車狀態電腦畫面

(1)列車控制項（Train Icons）



圖 2.2-27 電腦畫面上的列車符號

上方圓形圖像代表一列車，中間的數字表示列車編號，列車編號於列車完成初始化程序後由系統產生，列車控制項會因列車狀態而改變顏色，各顏色代表的意義及優先等級如下：

- ．粉紅色—lost (non-communicating) train (priority 1)
- ．黑色—TCM (priority 2)
- ．橘色—full manual (priority 3)
- ．橄欖色—restricted manual 、 test train 、 unavailable train 、 no route scheduled (priority 4)
- ．藍色—zero speed (priority 5) (flashing blue if outside of station, except if lost train or TCM status)
- ．藍綠色—automatic route (priority 6)

圓形白色外框亦會隨列車狀態而變化其顏色，各顏色代表意義如下：

- ．紅色閃爍—acknowledged alarm associated with train
- ．紅色—acknowledged alarm associated with train
- ．白色—no alarms
- ．黃色閃爍—operator selected

(2)車站控制項 (Passenger Stations)

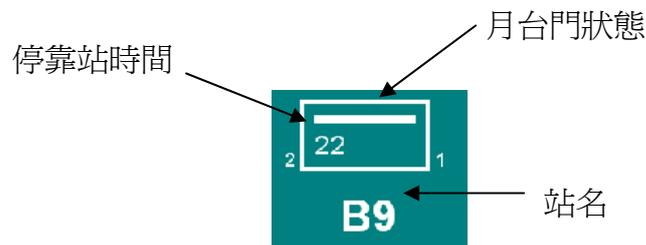


圖 2.2-28 電腦畫面上月台門圖例

車站控制項為一矩形圖像（如上圖），月台門狀態、停靠站時間及行控中心下達的指令等都會在此區域顯示，矩形框線下方會顯示車站站名。

A.矩形外框之框線顏色會因車站狀狀而改變，各顏色代表意義如下：

- . 白色－normal revenue station
- . 灰色－normal pseudo station
- . 紅色閃爍－unacknowledged alarm
- . 紅色－acknowledged alarm not cleared
- . 黃色閃爍－operator selected

B.矩形內之平行實線表示月台門狀態，實線顏色會隨狀態而改變，各顏色代表意義如下：

- .白色實線－fully closed and locked for revenue station
- .灰線實線－fully closed and locked for pseudo station
- .白色（或灰色）實線，但中間有缺口－not fully closed and locked
- .紅色閃爍實線－door malfunction
- .橘色實線－door cutout
- .紅色實線－emergency doors opened
- .黃色閃爍實線－operator selected

(3)行車區/Traffic Zones

Traffic Zone Status

Traffic Zone : **TZ102** Traffic Direction : **Normal** Request Source : **Automatic** Region : **3**

Segment #	Recovery Route	Current Speed Limit	Central Override	Door Activation	Keyswitch Activation	EDoor Activation	Test Track Inactive	Track Circuit Activation	Zero Power Segment
R3S120		31							
R3S121		31							
R3S122		39							
R3S123		39							

Total Segments = 4

OK

圖 2.2-29 行車區狀態畫面

Traffic Zone 訊息視窗顯示訊息包括

- . traffic zone 編號
- . 行駛方向
- . 分區位置（Region 編號）
- . 該區域裡的所有區段（segment）資料

(4) 閘門狀態/Gate Status

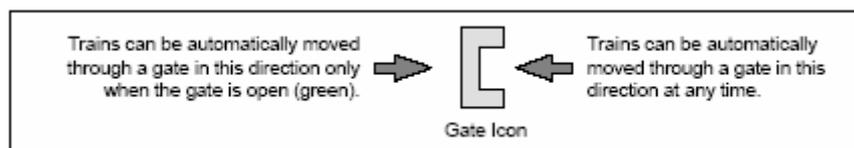


圖 2.2-30 閘門圖例說明

上圖所示為閘門控制項，設置於連鎖區附近，用以控制列車行進與否，閘門之開啓與關閉則以顏色來表示，各顏色代表的意義分述如下：

- 紅色－閘門關閉 (gate closed)
- 綠色－閘門開啓 (gate open)
- 灰色－狀態不明 (gate undefined)
- 黃色閃爍方框－如閘門控制項周圍有一閃爍黃色方框，表示閘門正處於“被點選狀態”。
- 黃色方框－如閘門控制項周圍有一黃色方框，表示閘門正處於 override 狀態。
- 無框線－自動狀態。



圖 2.2-30 閘門訊息視窗

(5) 轉轍器/Guideway Switches

轉轍器顏色代表的意義如下：

- 藍色－就地控制模式（local control）
- 紅色閃爍－violation
- 灰色－狀態不明
- 黃色星號－表示轉轍器正處於 override 狀態。
- 黃色閃爍－表示轉轍器正處於“被點選狀態”。

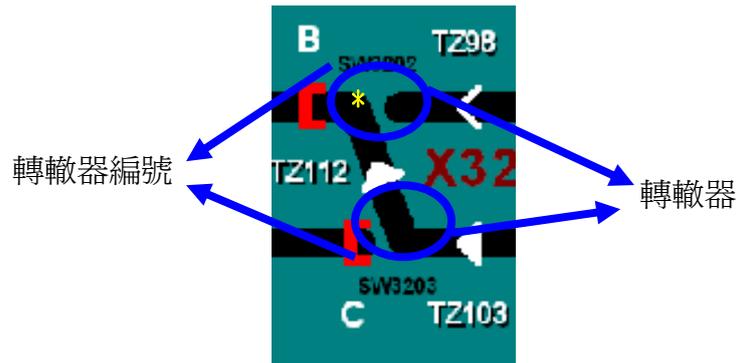


圖 2.2-32 轉轍器畫面說明

(6)系統模式/System Mode

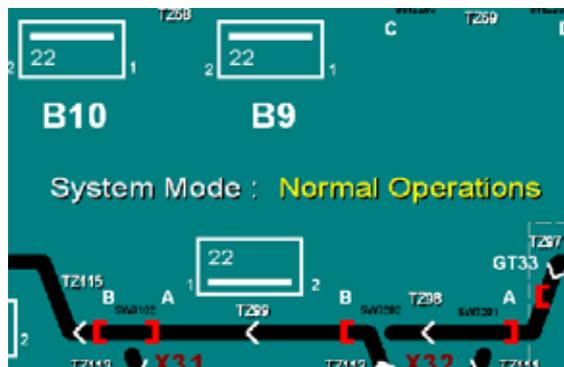


圖 2.2-33 系統模式顯示

System Mode 有兩種，分別如下：

- Normal Operations：顯示目前系統為正常模式。
- Failure：顯示目前系統為降級運轉模式。

2.2.2.2.6 中央網路狀態顯示畫面/Central Network Status Display

(1)透過主選單 Go To 下拉式視窗或狀態列的“CENTRAL”按鈕或快速鍵<F2>

這三種方式都可叫出中央網路狀態顯示畫面，此畫面之用途係供行控中心監

視整個系統網路連結狀態，其畫面組成要素包括：

- .網路連結（network links）
- .列車控制伺服器（train control server）
- .資料伺服器（database server）
- .GSD 電腦
- .SCADA 電腦
- .事件印表機（alarm line printer）
- .報告印表機（report printer）
- .測試軌控制台電腦
- .Region ATC 1 到 Region ATC 6 狀態
- .供電 PLC 狀態

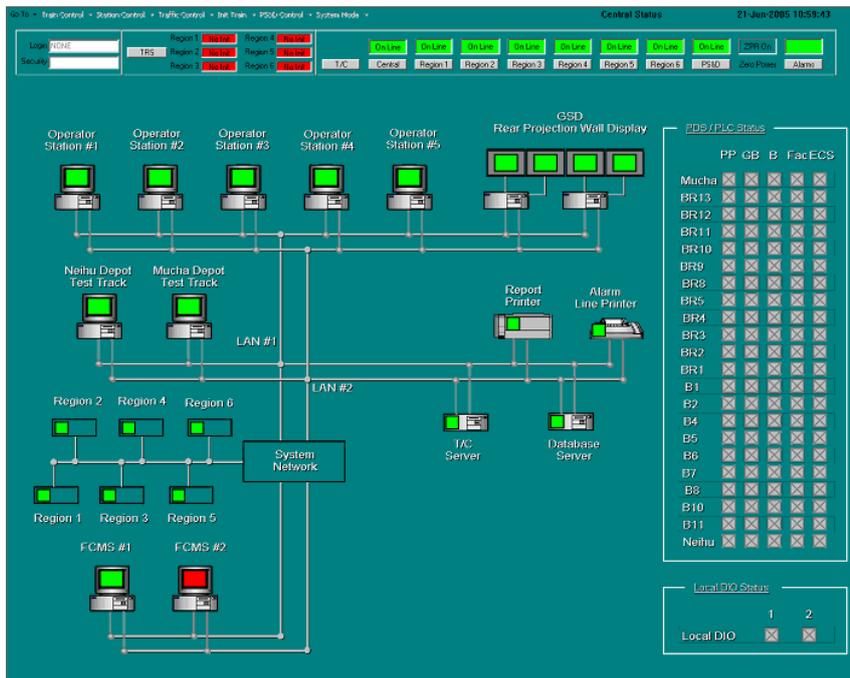


圖 2.2-34 中央網路狀態顯示畫面

(2)網路連結（Network Links）

由上圖可知，系統網路為一雙網路設計，各設備間的連結情況是否正常，可由「連結線」的顏色來判斷：

- .綠色－連線（online）
- .紅色－離線（offline）
- .灰色－無訊號（no information available）
- .淺灰色－狀態不明（status not represented）

(3)分區狀態（REGION ATC SUBSYSTEMS）

行控中心控制員可藉由本畫面左下方 6 個代表 Region 1 至 Region 6 的方塊顏色變化來得知 Region 狀態，各顏色代表意義如下：

- .綠色－連線（online）
- .黃色－連線但沒有作動（online and not active）
- .紅色且方塊上會有一個打“X”的符號－離線（offline）
- .灰色－無訊號（no information available）

(4)其他

同樣的，其他設備的方塊顏色亦會隨設備狀態而有所變化，各顏色代表意義如下：

- .綠色－連線（online）
- .紅色且方塊上會有一個打“X”的符號－離線（offline）
- .灰色－無訊號（no information available）

2.2.2.2.7 分區狀態顯示畫面/ATC Region Status Display

系統控制員除可由中央網路狀態顯示畫面得知各分區的整體狀態外，亦可透過各分區狀態顯示畫面，來獲得更詳盡的分區資訊。透過狀態列的“Region1”～“Region6”按鈕，可分別叫出分區狀態顯示畫面，其畫面組成要素及表示設備狀態的顏色變化分述如下：

(1)RATO 及 RATP 電腦

- .綠色－連線且為當值設備。
- .黃色－連線但非當值設備
- .紅色且方塊上會有一個打“X”的符號－離線

.黃色閃爍－處於“被點選狀態”。(ATP only)

.灰色－無訊號

(2)光電轉換組件狀態/Eocell Set Status

.綠色－normal/reverse with no fault conditions

.紅色－normal/reverse with fault conditions

.灰色－無訊號

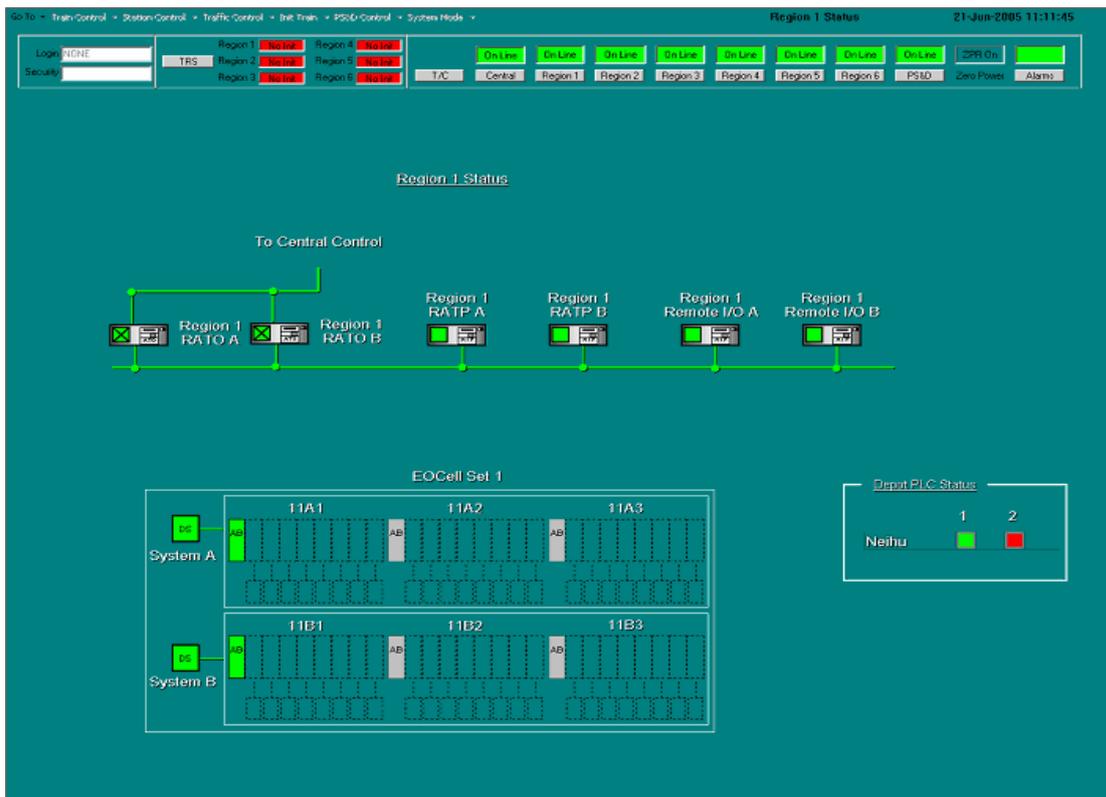


圖 2.2-35 Region 1 狀態畫面

2.2.2.2.8 警訊摘要顯示畫面/Alarm Summary Display

(1)透過主選單 Go To 下拉式視窗或狀態列的“ALARMS”按鈕或快速鍵 <F5>

這三種方式都可叫出警訊顯示畫面，此畫面會依警訊發生時間先後依序顯示各設備的警訊及異常訊息，每一筆警訊皆包含下列資訊：

.發生時間

.事件類型

.優先等級

.設備位置

.分區位置

.狀態描述

(2)事件類型共 13 種，分別如下：

.PS&D：供電系統訊息

.WAY：道旁系統監視訊息

.T/C：列車控制訊息

.NET：網路系統

.CEN：行控中心電腦系統

.VEH：列車監視訊息

.STN：車站警訊

.FIR：火災警訊

.OPR：控制員所下的指令要求

.INT：闖入警訊

.ATO：ATO 警訊

.TAG：tag reader 警訊

.TRN：列車警訊

(3)優先等級分爲 1 至 4，以區分訊息的重要性，各等級間亦會以不同的顏色來區分其狀態，分述如下：

.Priority 1：等級 1 的警訊需立即處理，否則對系統安全將會立即造成影響。

a.紅底黃字—表示 active unacknowledged

b.黑底紅字—表示 active acknowledged

c.紅底黑字—表示 inactive unacknowledged

.Priority 2：等級 2 的警訊，行控中心人員需儘快且正確的處理，否則將對系統安全造成影響。

a.黃底紅字—表示 active unacknowledged

b.黑底黃字—表示 active acknowledged

c.黃底黑字—表示 inactive unacknowledged

.Priority 3：等級 3 的警訊，係提醒行控中心人員注意，並不會危害到系統安全。

a.灰底藍字—表示 active unacknowledged

b.黑底灰字—表示 active acknowledged

c.灰底黑字—表示 inactive unacknowledged

.Priority 4：等級 4 的訊息，係為紀錄行控中心人員所下的指令，以黑底青綠字來表示。

Time/Date	Type	Priority	Location	Reg	Description
12:09:09 PM 2/14/2006	STN	4	BR12U	4	Inter Closure and Locked Broken
12:09:09 PM 2/14/2006	STN	4	BR12U	4	Unlocked and Door Opening Fault 1 Door Set A
12:09:09 PM 2/14/2006	STN	4	BR12U	4	Unlocked and Door Opening Fault 1 Door Set B
12:09:32 PM 2/14/2006	TIC	3	SW1804	1	Switch in Local Mode Cleared
12:09:32 PM 2/14/2006	TIC	3	SW201	1	Switch in Local Mode Cleared
12:09:32 PM 2/14/2006	TIC	3	SW402	1	Switch in Local Mode Cleared
12:09:32 PM 2/14/2006	TIC	3	SW703	1	Switch in Local Mode Cleared
12:09:32 PM 2/14/2006	TIC	3	SW102	1	Switch in Local Mode Cleared
12:09:32 PM 2/14/2006	TIC	3	SW1801	1	Switch in Local Mode Cleared
12:09:32 PM 2/14/2006	TIC	3	SW1802	1	Switch in Local Mode Cleared
12:09:32 PM 2/14/2006	TIC	3	SW1901	1	Switch in Local Mode Cleared
12:09:32 PM 2/14/2006	TIC	3	SW1903	1	Switch in Local Mode Cleared
12:09:32 PM 2/14/2006	TIC	3	SW202	1	Switch in Local Mode Cleared
12:09:32 PM 2/14/2006	TIC	3	SW302	1	Switch in Local Mode Cleared
12:09:32 PM 2/14/2006	TIC	3	SW401	1	Switch in Local Mode Cleared
12:09:32 PM 2/14/2006	TIC	3	SW502	1	Switch in Local Mode Cleared
12:09:32 PM 2/14/2006	TIC	3	SW504	1	Switch in Local Mode Cleared
12:09:32 PM 2/14/2006	TIC	3	SW505	1	Switch in Local Mode Cleared
12:09:32 PM 2/14/2006	TIC	3	SW702	1	Switch in Local Mode Cleared
12:09:32 PM 2/14/2006	TIC	3	SW801	1	Switch in Local Mode Cleared
12:09:32 PM 2/14/2006	TIC	3	SW902	1	Switch in Local Mode Cleared
12:09:09 PM 2/14/2006	STN	4	BR12U	4	Inter Closure and Locked Broken
12:09:09 PM 2/14/2006	STN	4	BR12U	4	Inter Closure and Locked Broken
12:09:07 PM 2/14/2006	TRN	4	TRN205	5	Train 205 Removed from R/S/O 5/6/226, Vehicles 2304, 2304
12:09:05 PM 2/14/2006	TRN	4	TRN206	2	Train 206 Removed from R/S/O 2/7/0/24, Vehicles 10, 12
12:09:05 PM 2/14/2006	TRN	4	TRN207	2	Train 207 Removed from R/S/O 2/4/0/250, Vehicles 13, 15
12:09:00 PM 2/14/2006	STN	2	BR8U	5	Master Station Door PLC Online
12:09:00 PM 2/14/2006	STN	2	BR9D	5	Master Station Door PLC Online
12:09:00 PM 2/14/2006	STN	2	BR10U	5	Master Station Door PLC Online
12:09:00 PM 2/14/2006	STN	2	BR11D	5	Master Station Door PLC Online
12:09:00 PM 2/14/2006	STN	2	BR12U	5	Master Station Door PLC Online
12:08:59 PM 2/14/2006	NET	2	RAT05A	5	RATO Online

圖 2.2-36 警訊摘要顯示畫面

2.2.2.2.9 列車摘要訊息顯示畫面/Train Summary Display

(1)透過主選單 Go To 下拉式視窗或快速鍵 <F6> 二種方式，可呼叫列車摘要訊息顯示畫面，此畫面一次可顯示 20 部列車的摘要資訊，方便系統控制員一次查

詢多部列車的資訊，本畫面顯示的列車資訊包括：

- .列車 ID
- .列車控制模式
- .主控對車編號
- .單對車或雙對車
- .對車編號
- .列車位置
- .現行路徑
- .下一個路徑

Train Id	Train Mode	Ctrl Veh	No. of Vets	Veteck Ids			Train Location			Current Route	Next Route
				#1	#2	Reg	Sep	Offset			
1	Automatic	1	2	1	2	3	27	201	Complete Loop		
2	Automatic	3	2	3	4	3	23	77	Complete Loop		
3	Automatic	5	2	5	6	3	21	189	Complete Loop		
4	Automatic	7	2	7	8	3	19	154	Complete Loop		
5	Automatic	9	2	9	10	3	15	6	Complete Loop		
6	Automatic	11	2	11	12	3	11	106	Complete Loop		
7	Automatic	13	2	13	14	3	9	135	Complete Loop		
8	Automatic	15	2	15	16	3	7	46	Complete Loop		
9	Automatic	17	2	17	18	3	3	143	Complete Loop		
10	Automatic	19	2	19	20	4	34	259	Complete Loop		
11	Automatic	21	2	21	22	4	28	20	Complete Loop		
12	Automatic	23	2	23	24	4	26	80	Complete Loop		
13	Automatic	25	2	25	26	4	21	429	Complete Loop		
14	Automatic	27	2	27	28	4	19	39	Complete Loop		
15	Automatic	29	2	29	30	4	14	53	Complete Loop		
16	Automatic	31	2	31	32	4	8	29	Complete Loop		
17	Automatic	33	2	33	34	4	1	28	Complete Loop		
18	Automatic	35	2	35	36	5	52	164	Complete Loop		
19	Automatic	37	2	37	38	5	44	49	Complete Loop		
20	Automatic	39	2	39	40	5	42	27	Complete Loop		

圖 2.2-37 Train Summary Display

(2)本畫面的左下角顯示系統內的列車數，以上圖為例，代表現在系統內共有 65 列電聯車，本畫面顯示編號 1 至 20 的列車訊息，藉由畫面右下角的上下鍵操

作，可顯示其他列車訊息。

(3)環控畫面/ECS Displays：

本部分之畫面因系統廠商尚未設計完成，無法提供相關資訊供本公司參考，故此部分畫面資料於廠商設計完成後，再加以補充。

(4)供電畫面/PS&D Overview Displays：

本部分之畫面因系統廠商尚未設計完成，無法提供相關資訊供本公司參考，故此部分畫面資料於廠商設計完成後，再加以補充。

2.3 道旁控制系統

內湖線整個系統由六個區域 ATC 構成（如圖 2.3-1 所示），一區位在木柵機廠，一區位在內湖機廠，其他四區位於整個系統規劃的主要車站。每個道旁區域 ATC 主要由兩套 ATO、ATP 與 BDR 所組成。每個區域 ATC 系統由當值的區域 ATP 負責設備操控與管理。

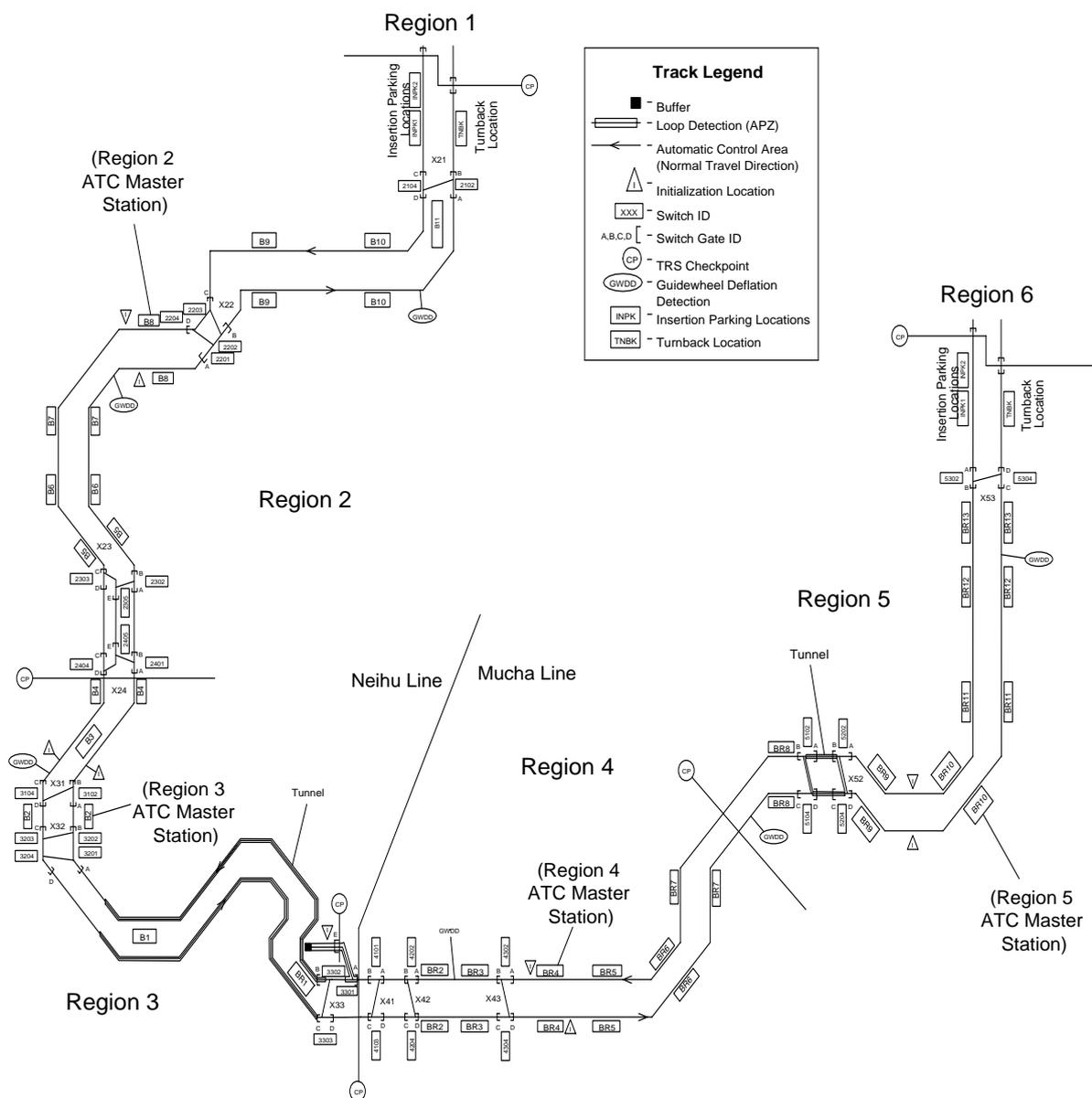


圖 2.3-1 正線 Region ATC 配置圖

2.3.1 自動列車保護系統配置(Automatic Train Protection Configuration)

區域 ATP 由兩套各自獨立區域 ATP 所組成（如圖 2.3-2 所示）。

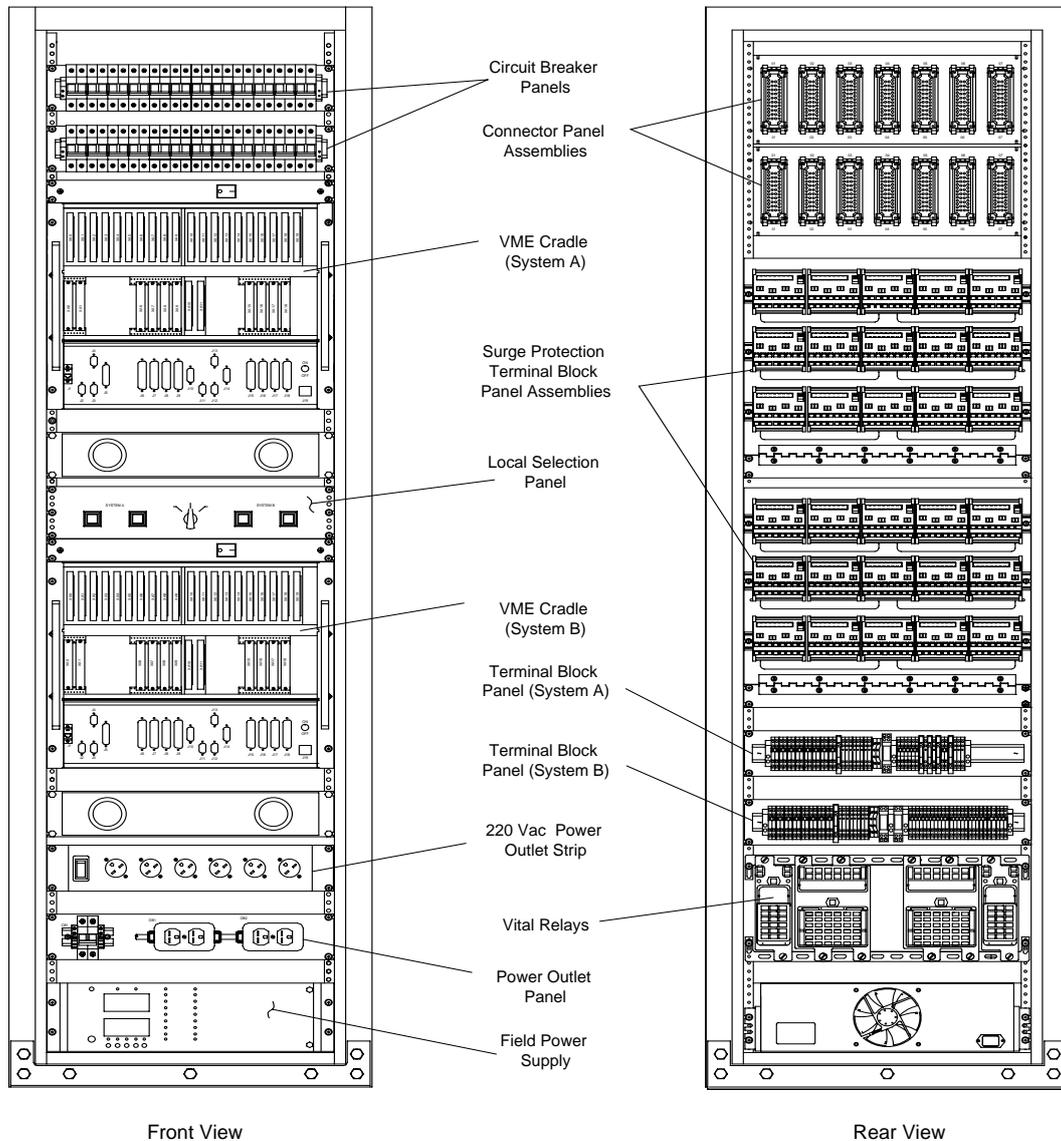


圖2.3-2 Region ATP (RATP) Cabinet

當值ATP負責道旁設備控制及管理，另一套做為備用。每部ATP的功能都相同，但是備用ATP無法進行與道旁設備及列車ATC進行資料交換及控制。當值與備用ATP連接區域固定式數據無線電(BDR)。透過乙太網路(Transmission Network SYSTEM)連接區域ATO。區域ATC與行控中心、道旁設備、列車通訊介面如圖2.3-3所示。

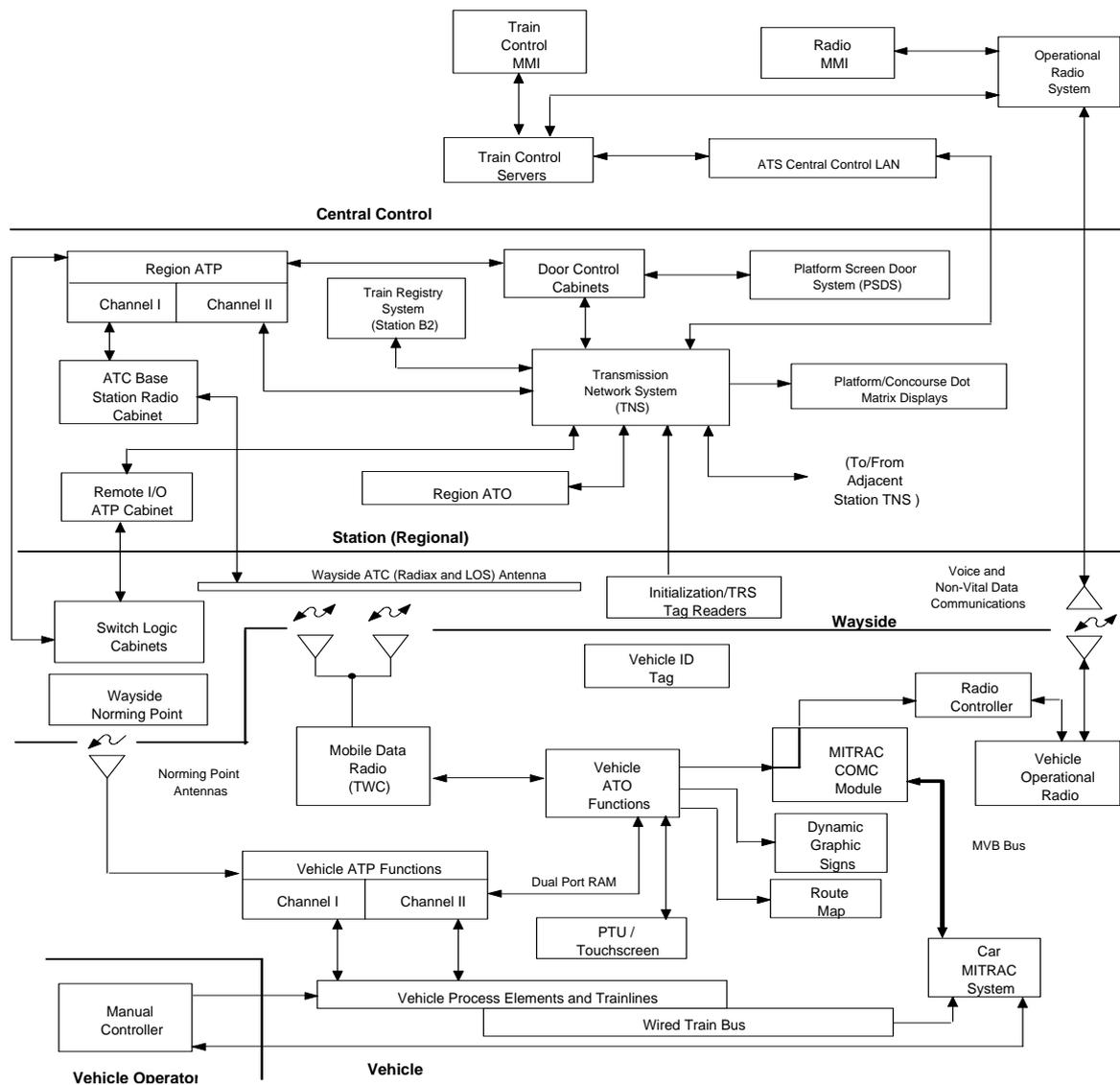


圖 2.3-3 區域 ATC 與行控中心、道旁設備、列車通訊介面

所有道旁設備與列車資訊皆傳送至區域 ATP，每部 ATP 系統都可以切換成「當值」或「備用」狀態，端視選擇哪部 ATP 來控制系統而定，備援的區域 ATP 系統亦接收道旁設備傳回來的信號，以便當值/備用 ATP 進行切換時道旁設備及列車資訊的交接。

道旁設備與列車資訊經由區域 ATP 兩套中央處理器(CPU)送到同步維生驅動板(synchronizer/vital driver board)交叉比對資料真實性，以利於偵測故障點。每一套 RATP 的 VME(VERSA MODLUE EUROCARD)皆為雙 CPU 設計，區分為 CH1/CH2，這雙 CPU 的設計:主要接收道旁設備傳回來的資料以及經由同步維生

驅動板(synchronizer/vital driver board)交叉比對資料的正確及完整執行行控中心下達的命令，確保系統安全。

一旦 CH1/CH2 的資料經過同步維生驅動(synchronizer/vitaldriver board)比對後資料不一致時，當值的 RATP 將無法對設備進行操控，設備警訊透過 RATO 傳回行控中心，備用的 RATP 無法自動切換，只能經由行控中心或者現場手動切換。

2.3.1.1 VME 資料匯流排

VME 資料匯流排是 RATP 與道旁設備及列車進行資訊交換及控制的主要設備。經由 VME 數位信號輸入板接收列車與道旁設備狀態傳送至 VME 資料匯流排的 CH1/CH2 比對資料，透過數位信號輸出板送出指令給道旁設備及列車。VME 資料匯流排的組成及各機板功能(如圖 2.3-4 所示)：

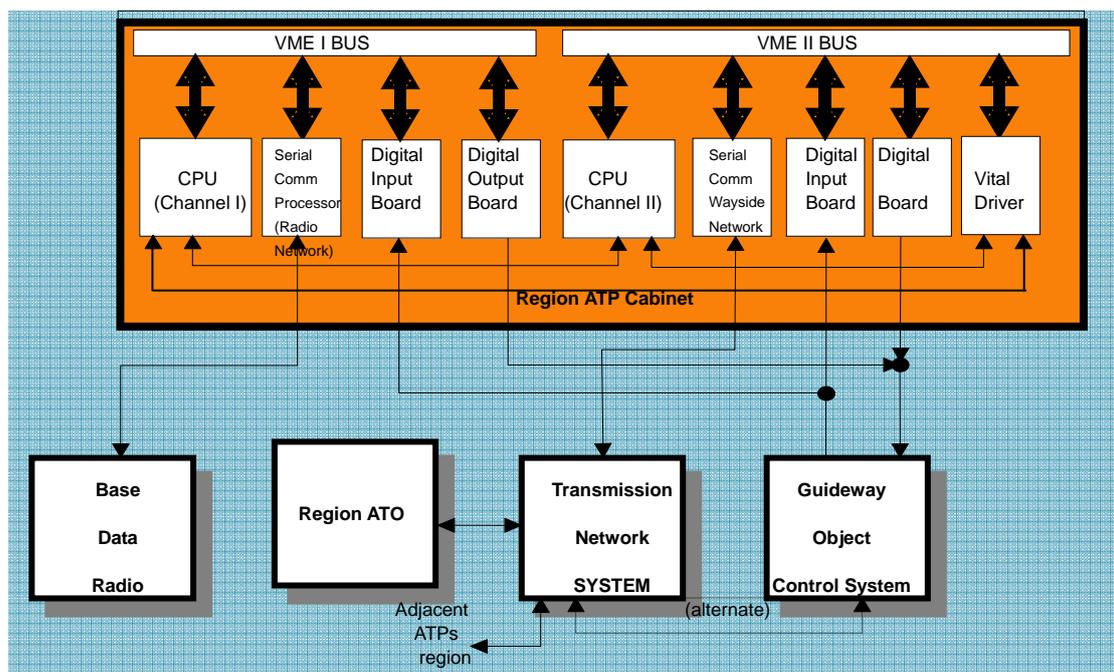


圖 2.3-4 VME、TNS、BDR 流程圖

2.3.1.1.1 CPU 板

RATP 之 VME 為雙 CPU 設計，CPU 板位於 VME XA0 (CH1)/XA10 (CH2) 槽位，接收來自數位信號輸入板傳送過來的列車與道旁設備資訊及狀態，傳送至同步維生驅動板(synchronizer/vital driver board)交叉比對資料的完整及正確性，以防未經偵測的信號及設備狀態情況發生，確保系統安全。

2.3.1.1.2 RENT SCP 板(Radio Network Serial Communication Processor)

RENT(串列通訊處理器):聯接至 BDR(固定式數據無線電)做爲 VATP 與列車交談的介面。

2.3.1.1.3 數位信號輸入板 (Digital input board)

接收道旁設備及月台門訊息傳送至 CPU 板。包含以下訊息：

- .轉轍器狀態訊息
- .列車佔阻位置
- .月台門控制指令/監視狀態
- .禁止區域狀態(提供維修人員下軌道維修區域管制)

2.3.1.1.4 數位信號輸出板 (Digital Output board)

傳送 RATP 命令給道旁設備及月台門。包含以下訊息

- .車站月台門主要電力
- .開門電驛控制
- .導軌轉轍器號誌燈
- .轉轍器位置
- .traffic holdout signal lighting,and

2.3.1.1.5 WNET COMM Processor Board

WNET 位於 VME XA11 槽位，連接至 CH2 的 CPU。RATP 經由 WNET 連接傳輸網路系統(TNS)。WNET 是 RATP 與道旁設備溝通的骨幹。RATP 經由 TNS 與 RATO 交換資訊。相鄰 RATC 也經由 TNS 彼此交換 RATP 資訊，達到列車自動保護的功能。

2.3.1.1.6 Sync Vital Driver Board(同步維生驅動板)

同步維生驅動板接收 CH1/CH2 傳送過來的列車與道旁設備資訊及狀態，交叉比對資料的完整及正確性，經過比對後的資訊如果正常同步維生驅動板送出 24V DC 電壓使 RATP 的 Healthy Relay 激磁進而驅動 Active Relay 取得系統的主控權(當值)，監控列車及道旁設備。

2.3.1.2 Remote I/O ATP Cabinet Assemblies

內湖機廠、B5、BR1、木柵機廠，因為輸入/輸出埠不足另外增加 Remote I/O ATP 及 Floor Standing Remote I/O ATP，Remote I/O ATP 依據當值 ATP 所發出的指令輸出至道旁設備，並經由道旁行車監控網路 TNS(Transmission Network System)，回傳道旁設備狀態訊息給當值 ATP。內湖機廠 Floor Standing Remote I/O ATP 負責闔門燈號、感應迴路的控制及管理，Floor Standing Remote I/O ATP 及 Remote I/O ATP 所有配置與區域 ATP 一樣，唯一不同點：沒有與固定式數據無線電 BDR(Base Data Radio)連結。

2.3.2 自動列車運作系統配置(Automatic Train Operation Configuration)

區域 ATC 有獨立的 ATO 子系統，稱為區域 ATO。每部區域 ATO 子系統，包括獨立的當值與備用系統。當值與備用區域 ATO 系統，能從所屬區域收集資料，但是唯有啓用中的系統才能發出指令和要求。如圖 2.3-5 所示。

區域 ATO 執行引導列車行進方向和車站運作的非維生性功能。基於支援這些功能，區域 ATO 負責針對道旁的不同構件，發出各種非維生性的列車行進控制指令與命令。每部區域 ATO 的相關系統狀態和控制資料，均在經過處理之後，送回行控中心的 ATS，在該處顯示系統的更新狀態。

區域 ATO 執行非安全性功能，包含以下訊息：

- ． 列車管理
- ． 列車停靠站時間控制
- ． 道旁設備標識讀取器介面
- ． 建立車站圖示及發佈
- ． 就地系統資料顯示

區域 ATO 經由 TNS 與相對應的區域 ATP、相鄰 ATO 及行控中心聯繫。經由 TNS，RATO 接收行控中心電腦傳送過來的初始化要求指令傳送給 RATP 的 VME 機箱 WNET 板。相反的，區域 ATO 經由 TNS 傳送道旁 ATC 系統及設備狀態訊息回行控中心。

RATO 與 VATO 之間交換資訊每一筆固定 40 位元組。RATO 傳送二種訊息

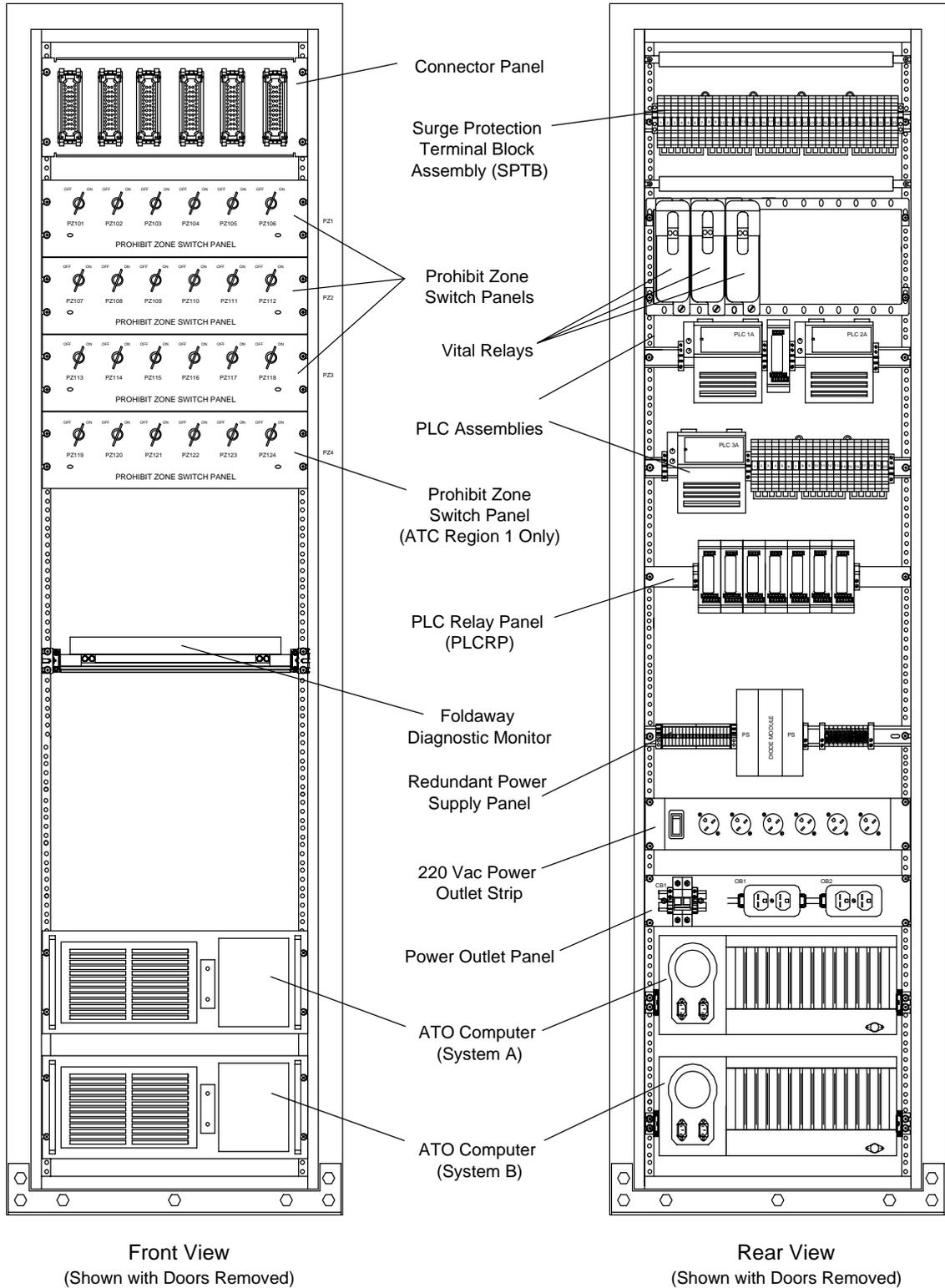


圖 2.3-5 Region ATO (RATO) Cabinet

給 VATO:

A.一般訊息

- .列車欲到達下一站的車站 ID
- .旅客資訊
- .各種命令
- .執行資料更新
- .列車到站定位命令
- .車門開關門指令
- .列車停靠站時間
- .列車超速/加速
- .終點站月台 ID
- .現在時刻

B.版本

RATO 與 VATO 軟體版本需相同

VATO 傳送給 RATO 二種資訊：

A.一般訊息

- .列車 ID
- .列車狀態
- .列車操作模式
- .列車速度及加速要求
- .列車目標車站停車位置
- .車門命令及狀態
- .列車警訊

B.版本

- .列車 ID
- .列車狀態

.ATO 軟體及地圖版本

.ATP 軟體及地圖版本

2.3.2.1 禁止區域切換面盤(Prohibit Zone Switch Panels)

禁止區域提供維修人員下軌道維修安全措施，全線共有 72 個禁止區域，每一個禁止區域有一個相對應的切換開關。RATC 禁止區域的功能由手動面盤控制，當維修人員必須下軌道進行設備維修時，經由這手動面盤的切換，轉送指令給 RATP。RATP 收到禁止區域指令後，設定在這區域的所有區段為”強制零速限制”防止列車闖入，保護維修人員安全。ATO 子系統亦是備援系統，每部都由「A」系統和「B」系統構成。倘若該子系統發生故障，無須行控中心(OCC)控制員採取行動。此時會自動切換至備用列車 ATC 備援系統運作(Train ATC Redundancy Operation)列車上的控制用 ATC 故障時，一但列車車速降為零，則可選擇另一車輛的 ATC，做為控制用 ATC。這一點可以透過行控中心控制員(CCO)發出指令，或由道旁 ATC 系統自動完成。一旦車用 ATC 接收到控制車輛變更的指令，列車將能繼續正常執行的自動駕駛工作。倘若單對車故障，必須派遣技術人員到該列車將 ATC 重新開機，ATC 重開機後，列車必須採取手動駕駛，行駛至初始化區，以便將該列車重新初始化至系統中，倘若無法做到此點，該列車必須採取手動駕駛，或者由另一列車拖曳至機廠。欲切換區域 ATP 與 BDR 控制設備，可以直接在現場切換、利用 ATC 機箱的鑰匙開關手動切換、或是在行控中心操作台遙控切換。ATC 機箱開關有三個位置：啓用系統「A」、啓用系統「B」或「遙控」。利用 ATC 機箱開關所選擇的系統，即是啓用中系統。行控中心控制員欲從行控中心螢幕上選擇啓用系統時，ATC 機箱上的開關必須設在「遙控」的位置。萬一同一道旁 ATC 位置的兩部 ATP 都故障時，無法繼續進行自動列車保護與運作功能。此時就得在手動操作下行駛列車。

從固定式數據無線電的故障中恢復正常(Base Data Radio Failure Recovery)，固定式數據無線電故障時的回應措施是切換至備用區域 ATP，整個系統的運作就能繼續下去。欲切換至備用 ATP 或 BDP 時，可以在區域 ATC 機箱上

直接切換，或由行控中心控制員遙控切換。一旦列車通訊中斷(意指兩車輛)時，必須採手動恢復，並讓列車駛至最近的初始化過渡區，重新初始化。倘若成功初始化，列車就可繼續自動運作。倘若失敗，列車必須採手動方式移除。

2.3.2.2 Programmable Logic Controller(PLC) Assemblies

區域 ATO 都有各自獨立的可程式邏輯組合(PLC)，可程式邏輯組合(PLC)經由 TNS 傳送的輸入/輸出信號，如下列所示:

ATO Region 1 及 ATO Region 6

- . 系統一般剎車
- . 測試軌緊急剎車
- . 導引|輪胎壓偵測警訊
- . RATP 正常狀態資訊
- . RATP 運作狀態資訊
- . RATP 就地控制/遙控選擇狀態
- . RATP 重新啓動資訊
- . Remote I/O ATP 重新啓動資訊
- . 選擇當值/備用 RATP
- . 手動切換初始化命令

ATO Region 2 至 ATO Region 5

- . 上行軌月台門主要電力
- . 下行軌月台門主要電力
- . 上行軌月台門開門指令
- . 下行軌月台門開門指令
- . 導引|輪胎壓偵測警訊
- . 車站緊急剎車
- . RATP 正常狀態資訊
- . RATP 運作狀態資訊

- .RATP 就地控制/遙控選擇狀態
- .RATP 重新啟動資訊
- .選擇當值/備用 RATP
- .手動切換初始化命令
- .原有木柵車站設備切換
- .原有木柵車站設備切換狀態

2.3.3 電源機箱(Power Cabinet Assemblies)

電源機箱位於內湖機廠及木柵機廠區。如圖 2.3-6 及 2.3-7 所示，電源機箱供應直流電力給機廠區增加的初始化、列車註冊系統標識讀取器以及感應迴路偵測之用，之外木柵機廠區的電源機箱亦提供給閘門燈號使用。

2.3.3.1 PLC Assembly(Neihu Depot Power Cabinet Only)

內湖機廠的電源機箱因為 ATP 系統狀態輸入/輸出不足，額外增加 PLC 單元，透過 TNS 傳送 ATP 系統選擇，系統正常及運作狀態，與行控中心交換訊息，除了安全電驛功能外其餘功能相似於 RATO 機箱。。

2.3.3.2 AC Power Distribution Rail(Mucha Depot Power Cabinet Only)

木柵機廠電源機箱提供交流電源給閘門燈號使用。

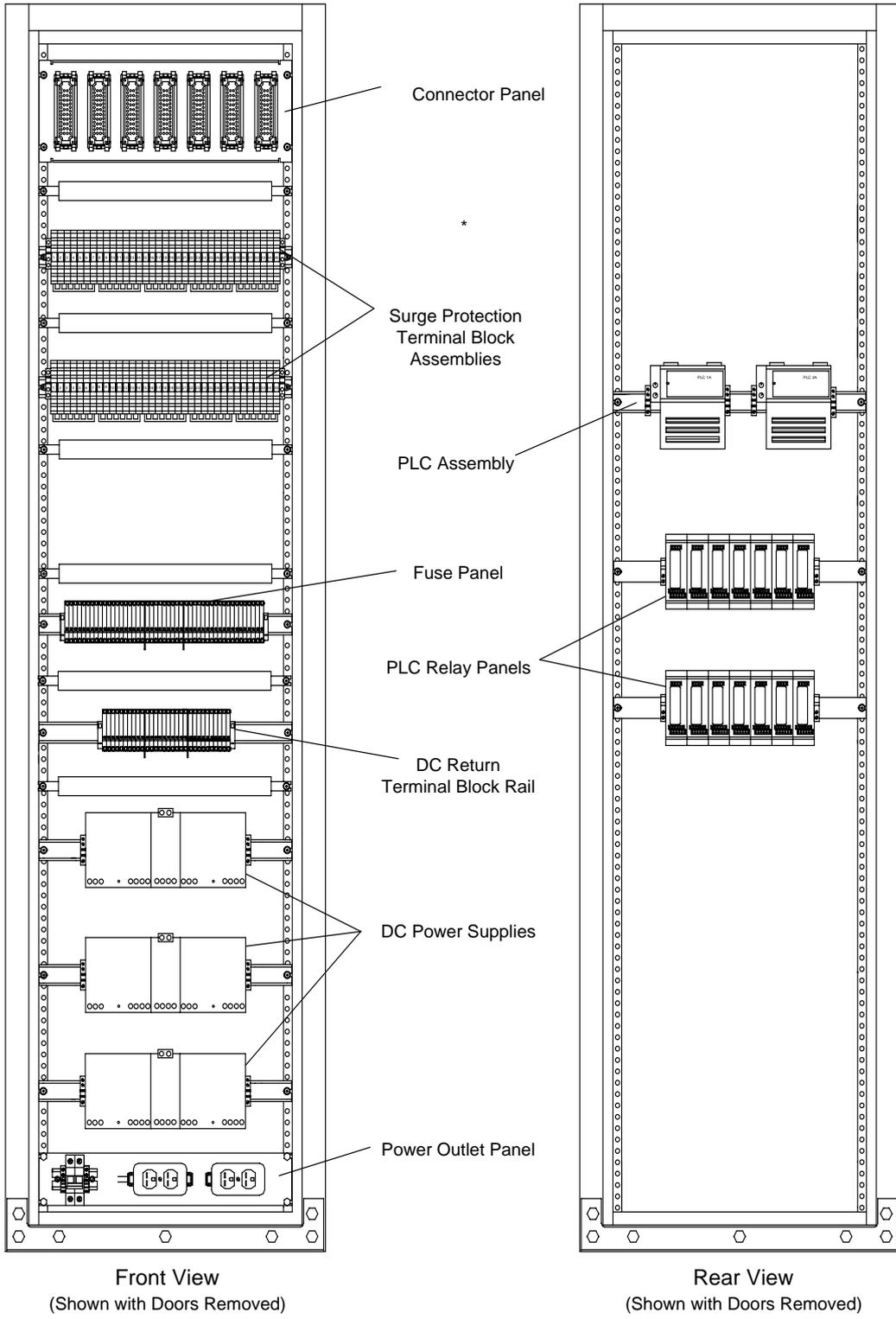


圖2.3-6 Neihu Depot Power Cabinet

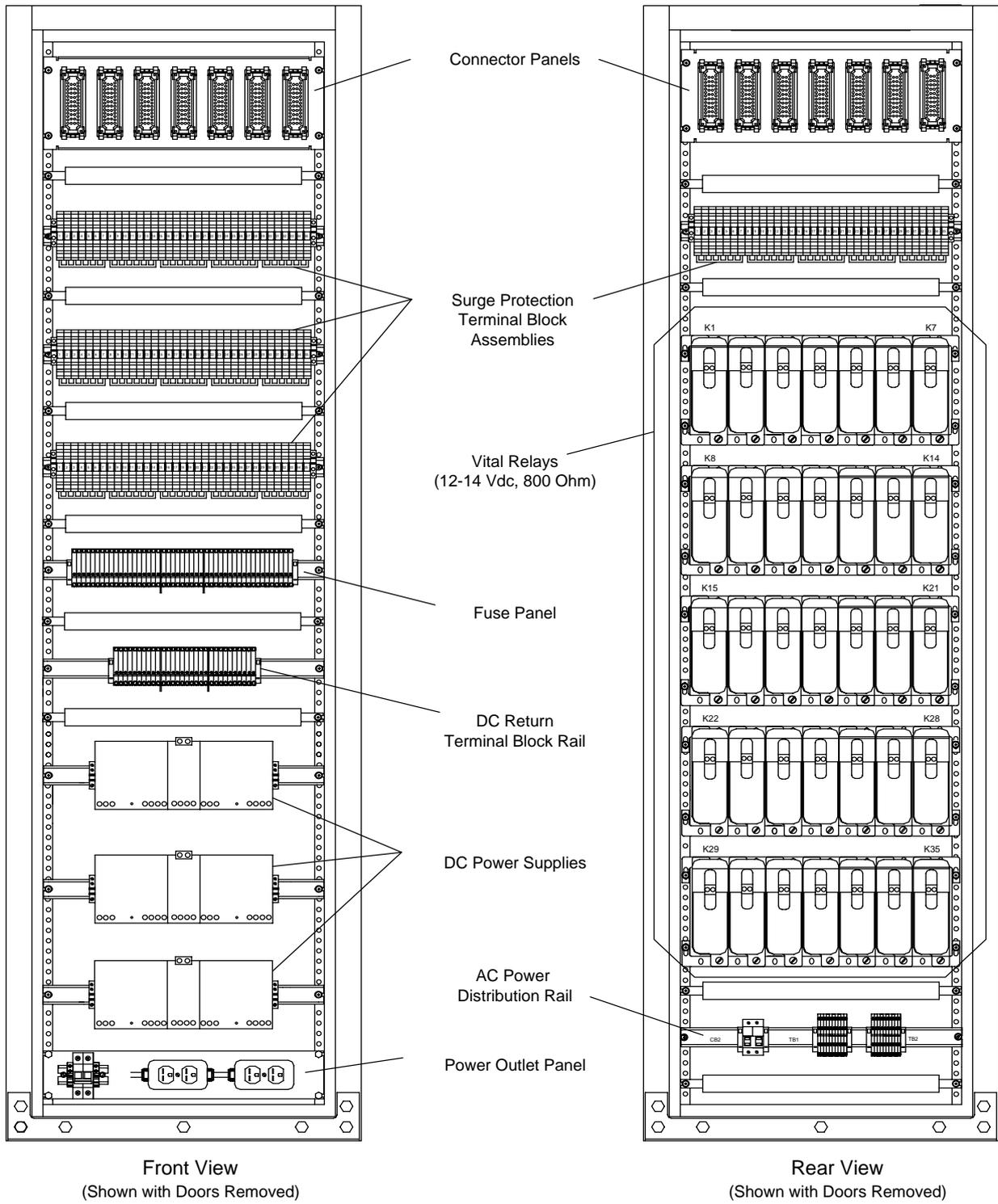


图2.3-7 Mucha Depot Power Cabinet

2.3.4 列車註冊系統(Train Registry System)

列車註冊系統位於 RTAC 的 B2 站(如圖 2.3-8 所示)。

列車註冊系統由 TRS 機箱及智慧型標籤讀取器及位於區域與區域邊界的感應迴路所組成，當主系統故障時，列車註冊系統將重新啟動的時間減少到最低。

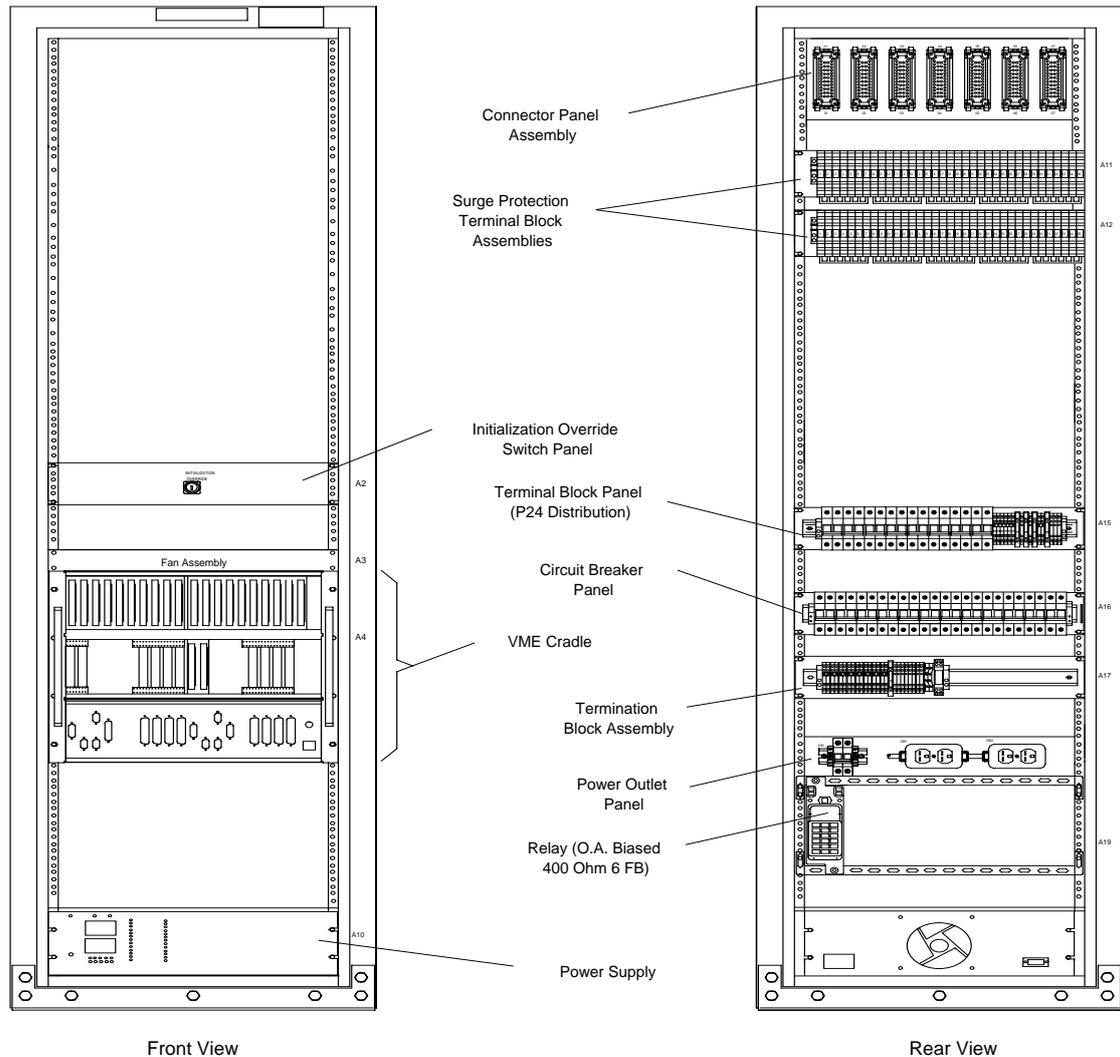


圖2.3-8 Train Registry System (TRS) Cabinet

2.3.4.1 列車初始化(Train Initialization)

每當關閉車載 ATC 電源並再度啟動時，或是列車配置有所更動時(車輛已採手動聯結或解聯)，列車必須進行初始化過程，驗證列車配置資訊，並指定各車載 ATC 通用列車 ID 或列車無線電位址。行控中心控制員(CCO)著手進行初始化過程。CCO 選擇列車 ID、控制用 VATC、以及列車的指定路線。行控中心控制員輸入這些資料後，列車採手動駕駛通過初始化基準點以等待初始化。區域與車載

ATC 系統同時進行列車初始化過程的自動執行部分。列車裝有與列車同長的列車控制線。車載 ATC 系統從這些列車控制線之中，判斷車輛(即是車組)總數，以及現處車輛在整個列車配置中的位置。每部車輛裝有類似基準點轉速計的轉速計標籤。車輛標籤運用車輛 ID 或車號編輯而成。每車輛的 ID 都不同。在維修區及整個系統的選擇區，設有指定為「初始化區」的地方，此處在導軌旁設有智慧型偵測器，能在標籤靠近偵測器時，讀取車輛標籤。智慧型偵測器將車輛標籤 ID 資料傳送至區域 ATC。區域 ATC 從智慧型偵測器得知哪輛車位於列車配置上，以及列車的約略位置。基準點標籤置於初始化區導軌旁。列車駛進初始化區時，VATC 系統讀取基準點標籤後，得知進入初始化區。列車駛過初始化區時，道旁的智慧型偵測器讀取車輛標籤，區域 ATC 就得知哪對車輛在初始化區。區域 ATC 發出初始化訊息至初始化區的列車。車用 ATC 運用該初始化訊息，驗證地點與列車配置的資訊。初始化訊息還包括道旁 ATC 指定的列車無線電位址。車用 ATC 接著調整行動式數據無線電，至指定的列車位址。倘若列車成功初始化，區域 ATO 自動按照指定路線引導列車。行控中心控制員將發出合適指令，分發列車至當值幹線系統。列車於機廠外初始化時，道旁與車輛亦進行相同過程。唯一的差異是行控中心控制員僅需指定列車路線。由於初始化區已設於當值系統，無須指定列車發配路線。測試軌/Test Track 內湖與木柵機廠的測試軌設備，將按照全自動運作模式來配置。特定行控中心(OCC)的操作台可以選擇「測試軌」，藉此在測試軌路線(即是模擬車站)兩端的自動穿梭模式。這些台將置於當值行控中心的不同機房。如此一來，有助於驗證車載行車監控設備的運作正常，以及其他重要的車輛功能。這些功能包括：列車移動(如維持車速、停靠車站、加速/減速)、車門運作(Door operation)車上通訊(如維修對講機、緊急對講機、廣播、閉路電視)。

2.3.4.2 Interface Between Region BDR And System Vehicles

區域 ATC 有各自的固定式數據無線電 BDR(Base Data Radio)子系統，BDR 接收 RATP 下達的列車控制資訊傳送給列車，相對的列車資訊也經由 BDR 傳送給 RATP。在列車上的”固定式數據無線電”稱之為 MDR(Mobile Data Radio)。

RATP 與 VATP 之間交換訊息固定 60 位元組，標頭前 8 位元組組成列車初始化訊息，包括：

- 指定列車 ID 及控制列車 ID
- 初始化區段及區域 ID
- 列車數量偵測

區域位元(Data Field)定義為 48 位元組，沒有使用的位元組內值為 0。主要功能監測列車路徑，包括：

- 列車衝突點位置決定，衝突點在系統中包括車站，轉轍器，路線末端。
- 區域路徑
- 區段路徑 ID
- 速度限制
- 控制列車 ID
- 剎車命令
- 列車車門限制

58-59 位元組為 Remove 指令，主要功能為檢查前面初始組成及路徑的資料。

列車 ATP 傳送三種資訊給 RATP：

- 初始化組成：包括 VATP 實際地圖版本、列車數偵測、列車位置、初始化區段及區域 ID。VATP 完成初始化狀態、列車輪跡位置(CP)
- 一般資訊：列車操作模式、車門及剎車系統狀態、列車速度、列車虛擬佔阻位置、列車輪跡位置、車站月台佔阻狀態、路徑要求、列車在車站月台門的開啓/關閉之安全保護。

58-59 位元組為 Remove 指令，主要功能為檢查前面初始組成及路徑的資料。當 RATO 送出對列車初始化要求時，列車收到指令，開始執行初始化。列車 ATP 回應初始化資訊給 RATO 並且持續執行初始化。一旦初始化過程中如果有錯誤，則初始化無法執行。一旦列車完成初始化，RATP 傳送路徑訊息給列車。藉此保護列車的正常行駛。

2.3.5 偵測列車出現(Train Presence Detection)

偵測列車出現的功能，還附帶判斷列車位置與佔用長度兩項次要功能，下面章節將深入介紹。

2.3.5.1 判斷列車位置/Train Location Determination

車載 ATP 電腦負責判斷列車位置。控制用車載 ATP 提報列車位置至區域 ATP，此系統負責追蹤所有列車在整個系統的維生功能，藉此防範下列事件的發生：

- 列車相撞/Train to train collision
- 列車撞至轉轍器/Train to switch collision
- 列車撞至結構物，像是撞至固定緩衝器(Train to structure collision, such as collision with a fixed buffer)每輛車運用數個車上偵測器，判斷列車在系統中的位置。

2.3.5.1.1 列車位置的精確度(Train Location Accuracy)

基準點依照策略沿路置於導軌旁，藉此在車站月台和旅客正常上下車的其他區域，提供±6 吋(約 15 公分)的停車精確度。至於聯鎖區，所置基準點能提供±10 吋(約 3 公尺)的精確度。爲了避免列車在連續行駛中，未收到更新的基準點資料(意指基準點偵測器故障，或是未讀取基準點)，車載 ATP 在誤差錯誤超出 33 英尺(10 公尺)時，將啓動緊急煞車。此數值按照幾項因素來決定，包括性能需求和列車於兩地穿梭所需的最短距離。萬一列車在停靠站時，遺漏好幾個基準點，這可能因爲內建的位置誤差，導致 ATC 無法確保列車是否對準車站，所以不開啓列車與月台門。車用 ATC 系統不同意開啓車門時，可採取下列兩項做法：

- 行控中心控制員(CCO)放行無法在車站開門的列車，該列車將繼續駛向下一車站。
- 技師前往車站，手動開啓列車車門。

2.3.5.1.2 判斷佔用長度(Occupancy Determination)

車載 ATC 負責計算列車位置與佔用長度，並將此「假定佔用長度」傳送至道旁 ATC 系統。車載 ATC 負責利用推進與煞車系統的性能參數，計算假定佔

用長度。下列兩種情況時，需要輸入參數以產生佔用長度及相關模型：(1)靜止列車和(2)移動中列車。

2.3.5.1.2.1 靜止列車的假定佔用長度(Virtual Occupancy of a Stationary Train)

圖 2.3-9 說明了計算靜止列車假定佔用長度的算式。圖中項目顯示出距離，總和代表列車的假定佔用總長。靜止列車的 CITYFLO 650(TM)佔用長度模型，乃是根據最壞情況假設，意指列車進入超高加速狀況，然後「急衝」至任何方向。列車假定佔用長度的每項要素，將在下列各節界定。

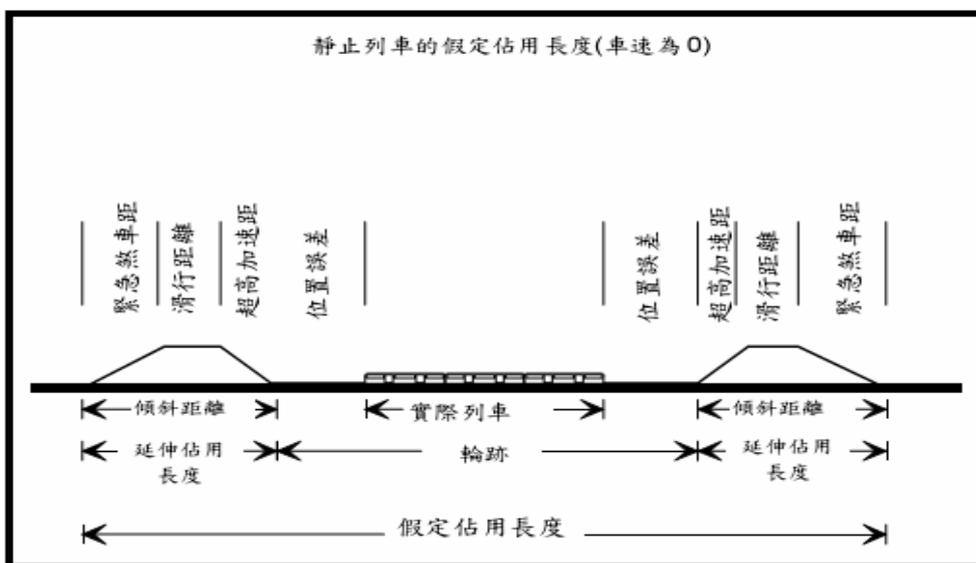


圖 2.3-9 靜止列車的假定佔用長度

2.3.5.1.2.1.1 假定佔用長度的構成要素(Individual Virtual Occupancy Components)

圖 2.3-9 中，列車上方的項目，代表總計構成靜止列車假定佔用長度的各項要素。

- .位置誤差：意指車輛定位裝置的固有誤差，添加至列車實際長度的距離。
- .超高加速距：意指列車在「超高加速(hyper)」狀態下行經的距離。理論上，「超高加速」情況是列車的推進系統，進入無法控制的狀態，並以最高速率加速，直到自動列車保護(ATP)系統關閉推進裝置為止。
- .滑行距離：意指列車在關閉推進裝置後，並於完全啓動緊急煞車之前的行經距離。此處假定在準備煞車期間，沒有任何煞車舉動。
- .緊急煞車距：意指列車在完全啓用緊急煞車起，直到完全停住之前所行經的距離。

2.3.5.1.2.1.2 列車的實際與假定佔用長度(Trains Physical Versus Virtual Occupancy)

圖 2.3-9 中，列車下方所列的項目，代表列車的實際與假定佔用長度。

- .實際佔用長度 - 列車實際總長。
- .列車輪跡 - 列車總長加上前後的位置誤差距離。
- .急衝距離 - 意指列車進入超高加速後，偏離之後方向的行經距離。此距離為超高加速距、滑行距離與煞車距的總和。
- .延伸佔用長度 - 超高加速距、滑行距離與煞車距的總和。對靜止列車而言，急衝距離等於延長佔用長度。
- .假定佔用長度 - 意指列車輪跡加上各段延伸佔用距離的總距，此資料亦得送至道旁 ATC 系統。之所以稱為「假定」佔用長度，在於列車並未實際「佔用」此段距離，而是「有可能」佔用或在此段距離中移動。

附註 1：此配置圖僅適用靜止列車。

附註 2：列車假定佔用長度的顯著均衡狀態，僅適用於停在高度直線軌道(未定義運行方)的靜止列車。

2.3.5.1.2.2 行進中列車的假定佔用長度(Virtual Occupancy of a Moving Train)

圖 2.3-10 及 2.3-11 說明了計算行進中列車的假定佔用長度所需項目。請注意需進行兩次計算：

- (1)計算超高加速條件下的距離(緊急煞車)
- (2)計算正常行車下的距離(營運煞車)。需要計算緊急煞車距的地方，除了列車路線的最後零車速之外，還有各區段法定或限制速限內的最後較低車速。這些緊急煞車距，將用來比對下列三段不同距離：

- . 列車頭輪跡起至前方衝突點的距離
- . 列車頭輪跡至營運煞車距之間的距離
- . 對於列車路線的各區段，倘若車速低於行經區段的法定速限時，將列車車速放慢至路線區段法定速限的所需距離。

如果這三段距離都低於相關的緊急煞車距，或者違反需要緊急煞車的安全規

定，此時將啓用緊急煞車。另外，上述三段距離若大於相關的緊急煞車距，就採用營運煞車距。唯有在違反營運煞車的安全規定，或是列車進入營運煞車距之時(意指營運煞車停車路線)之時，才能使用營運煞車。使用營運煞車率正常停車時，則採用正常行車條件做爲煞車距算法。正常行車條件的算法，與搭乘舒適度息息相關，因此是設有急衝度與加速限制的煞車距算法。在正常行車條件下計算，旨在判斷讓車載自動列車運作(ATO)系統，能在舒適程度下停住列車所需的距離，藉此避免車載 ATP 必須啓用緊急煞車來停車。

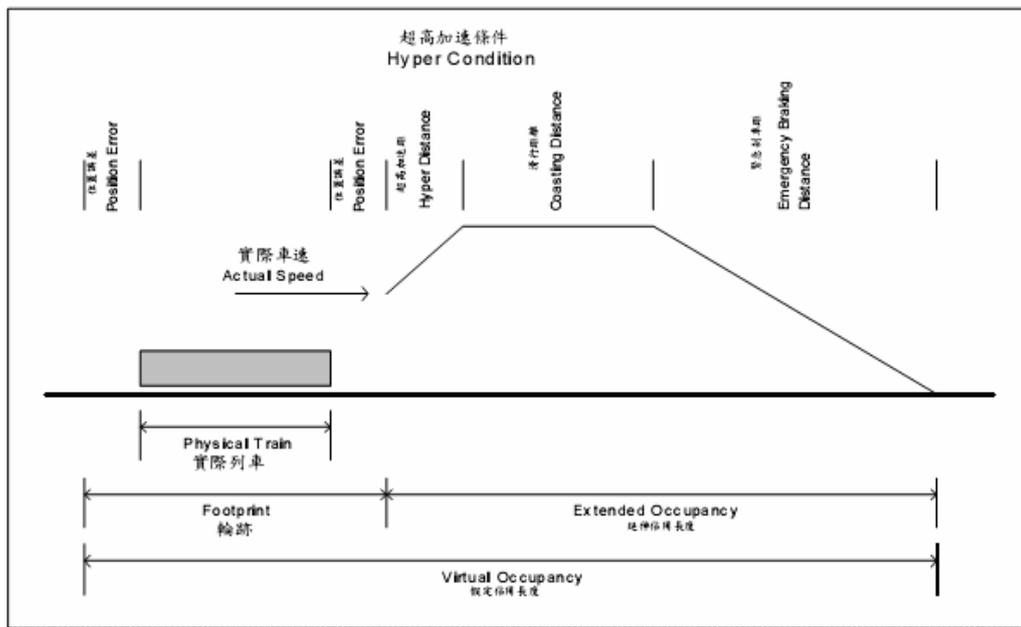


圖 2.3-10 在加速中列車的假定佔用長度

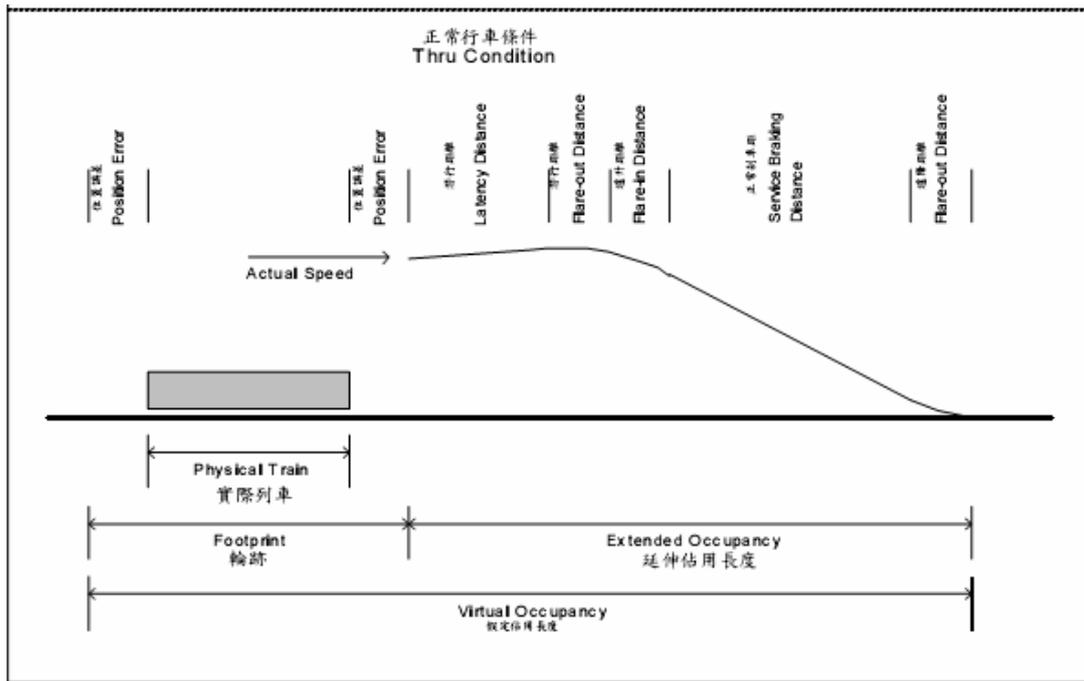


圖 2.3-11 行進中列車的假定佔用長度

2.3.5.1.2.2.1 採用超高加速條件計算的假定佔用長度構成要素(Virtual Occupancy Components for Hyper Condition Distance Calculation)

圖 2.3-11 的上圖之中，加總列車上方的項目，即構成列車的假定佔用長度，這是在超高加速條件(緊急煞車)下的假定佔用長度。

- (1)位置誤差 - 請參照上一節在靜止列車的說明。
- (2)超高加速距 - 同於靜止列車時的距離，除了列車是從零車速以外的速度，進入超高加速狀態。
- (3)滑行距離 - 請參照上一節在靜止列車的說明。
- (4)緊急煞車距 - 請參照上一節在靜止列車的說明。

2.3.5.1.2.2.2 採用正常行車條件計算的假定佔用長度構成要素(Virtual Occupancy Components for Through Condition Distance Calculation)

圖 2.3-11 的下圖之中，加總列車上方的項目，即構成列車的假定佔用長度，這是在正常行車條件(營運煞車)下的假定佔用長度。

- (1)位置誤差 - 請參照上一節在靜止列車的說明。
- (2)潛行距離(Latency Distance) - 列車於列車對道旁通訊系統的通訊週期時所行

經的距離。通訊週期的定義是固定式數據無線電(BDR)將每列列車登記至分區時所耗費的最大時間。在此期間，列車可以維持車速或加速。

- (3) 遽降距離(Flare-Out Distance) - 列車加速時，於「遽降」順序下行經的距離(如解釋潛行距離時所述)。如果列車維持車速，就沒有「遽降」順序。「遽降」意指從現有加速率持續遽降至零的加速度變化。
- (4) 遽升距離(Flare-in Distance) - 列車於「遽升」順序下行經的距離。「遽升」意指從零加速率持續遽升至安全煞車率的加速度變化。
- (5) 營運煞車距 - 列車在營運煞車下，採相同車速行經的距離。此常速下的煞車距，止於列車需要設定急衝度限制以利停車之時。
- (6) 遽降距離 - 列車加速時，於「遽降」順序下行經的距離。「遽降」意指從營運煞車率持續遽降至零的加速度變化。

圖 2.3-11 中，列車下方所列的項目，代表列車的實際與假定佔用長度。

- (1) 實際佔用長度 - 列車實際總長。
- (2) 列車輪跡 - 列車總長加上前後的位置誤差距離。
- (3) 延伸佔用長度 - 在超高加速條件下，此距離為超高加速距、滑行距與煞車距的總和，若是在正常行車狀況下，則是遽升、營運煞車與遽降距離的總和。
- (4) 假定佔用長度 - 行進中列車的假定佔用長度，為兩項計算結果(超高加速與正常行車)的較長者。請注意，基於特定數值及坡度與列車重量組合所致，正常行車條件算出的數值，可能長於超高加速條件算出的數值。

行進中列車會一併計算正常行車與超高加速的距離，兩者中較長者則用來得出列車假定佔用長度。至於靜止列車，由於列車沒有移動，沒有正常行車狀況，因此僅計算超高加速距。

2.3.5.1.3 將佔用長度傳送至道旁 ATC 系統/Occupancy Transmitted to the Wayside ATC

車載 ATC 系統將兩種不同的佔用長度，傳輸至道旁 ATC 系統：一是如前面所述的列車實際佔用長度或輪跡，一是延伸的假定佔用長度。倘若列車為零車速，延伸假定佔用長度如上面所述，等於靜止列車的佔用長度。

如果是行進中的列車，延伸假定佔用長度的尾端(與列車行進方向相反)，同於上述的行進中列車尾端佔用長度。延伸假定佔用長度的前端(與列車行進方向相同)，可能是前方衝突點(指定路線末端)，或是如上面所述，為行進中列車在超高加速狀態下的假定佔用長度前端，兩者取與列車相距最遠者為準。一般而言，由於車載 ATC 要求留下下一節所述的安全車距，所以前方衝突點一向最遠。超高加速狀況的位置，可能超過前方衝突點的唯一例外，在於發生突發事件時，例如：道旁 ATC 系統未確認轉轍器是否鎖在正確位置，先前又指定列車往朝向該轉轍器的路線前進；或是列車在手動駕駛模式下，駛過指定該列車的路線；亦或是月台門在列車正駛進車站時就開啓。然而，這些例子一般不會發生。無論是手動還是自動模式，都會計算並提報相同的佔用長度，以傳達列車運轉狀況。

2.3.5.2 安全車距(Safe Train Spacing)

道旁 ATC 將發訊給車載 ATC，指定列車預定行經的路線。該路線包含列車在任何方向的衝突點或法定限制(另一列車車尾、轉轍器、路線末端止衝檔等)。車載 ATC 確認列車的安全煞車距或延伸佔用長度(如上述)，沒有超過道旁 ATC 規定的衝突點位置下，此時就達到安全車距。倘若在任何時刻違反安全煞車距，車載 ATP 將中斷推進系統，啓用緊急煞車。

2.3.5.3 未經許可的列車動作(Unauthorized Train Movement)

車載 ATP 系統於下列情況下，偵測到未經許可的列車動作：

- (1)啓動時偵測到倒退動作(意指列車駛向錯誤方向)。
- (2)車用 ATP 與 ATO 系統在啓動車輛後三秒內，未收到轉速計的活動訊息。
- (3)VATP 要求停車(零車速)時未啓動煞車，或是推進系統未關閉。

啓動意指列車從靜止狀態至推進系統開始推進列車時的轉變。在此轉變時期中，會進行一些轉速計完整性檢查，確保列車到達所需車速時，能測量出可靠的車速與方向。ATS 行控中心人機介面應通報未經許可的列車動作。偵測到列車有出現錯誤的行動(包括預防轉向)時，將啓用緊急煞車。由於行駛方向錯誤而使用緊急煞車時，可以從行控中心重設，或是直接在車上重設。重設後，若無其他 ATP

功能阻止啓動，可以再次啓動列車。列車具備路障偵測功能。如果偵測到列車前方有路障，系統會加以偵測，必要時緊急停車，以免撞上路障。

2.3.5.4 防止超速/Overspeed Protection

爲了預防列車超速，ATP 系統必須確保車速總是低於佔用導軌速限(包括分區 ATP 施加的任何限制)。列車進入行駛導軌區段時，車速亦得低於接近該區段的速限。列車的法定速限由列車目前佔用的區域來決定。圖 2.3-12 之中，列車佔用不同速限的兩區段。

因此，只要列車輪跡的任何部分，佔據不同速限的數個區段，就必須規定最低速限。在圖 2.3-12，列車若從左至右行駛，只要列車輪跡的任何部分進入右邊區段，ATP 系統將採用 40 KPH 的速限。如果列車從右至左行駛，ATP 系統將採用 40 KPH 的速限，直到整個列車輪跡離開右邊區段爲止。

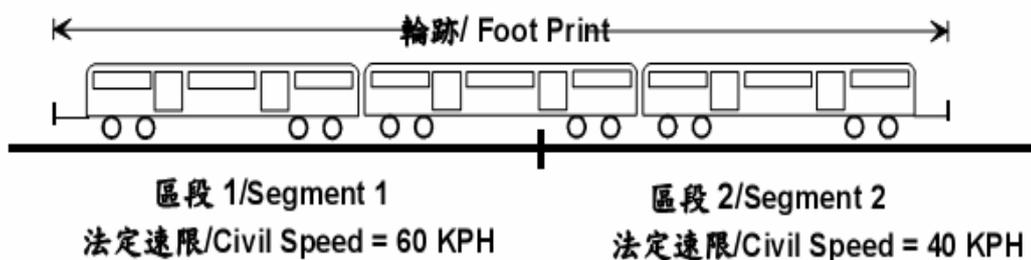


圖 2.3-12 列車位於不同速限區段

每當列車趨近速限低於現有速限的軌段時，車載 ATC 將確保列車進入該軌段時，車速不會超過趨近軌段的速限。圖 2.3-13 列出了車速計算方式。此算法同於稍早介紹的超高加速條件算法，除了最後車速不是零，而是前方軌段的速限。

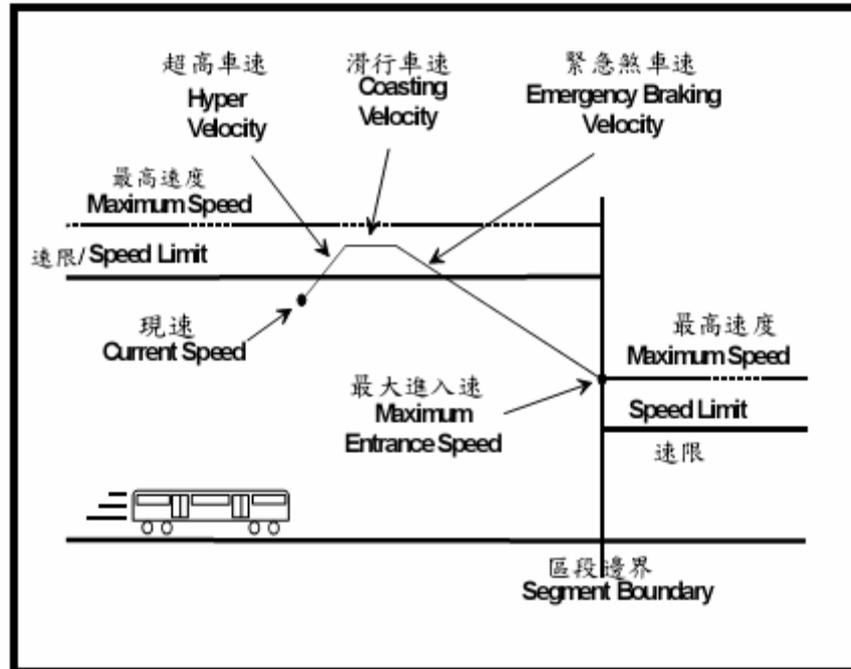


圖 2.3-13 計算安全趨近車速

2.3.5.5 傳輸與偵測訊號(Signal Transmission and Detection)

一區內部、分區之間或分區與列車之間的通訊，將採用每部 ATP 子系統(即是列車與道旁)通訊機制，來收發 ATP 功能的相關訊號，包括下列特色：

- (1)檢查資料完整性/Data Integrity Checks
- (2)檢查真實性/Authenticity Checks
- (3)交叉比對資料/Data Cross-Checking
- (4)偵測遺漏通訊的情形/Loss of Communication Detection

資料完整性檢查唯有在 ATP 子系統接收到正確的資料訊息時(意指資料格式與 CRC)，才表示偵測到有效的資料訊息。真實性檢查唯有在 ATP 子系統證實，接收到預定交給該 ATP 子系統的資料時，才表示偵測到有效的資料訊息。資料交叉比對唯有在 ATP 子系統證實，ATP 子系統的雙通道都收到相同資料時，才表示偵測到有效的資料訊息。

車用 ATP 於前次接收有效資料訊息起的指定時間內，未收到之前的有效資訊(意指通過上述檢查- 資料完整性、可靠性、資料交叉比對)時，即偵測出

遺漏道旁 ATP 通訊的情形。車用 ATP 採用最後接收的衝突點做為可靠限制，並啓用營運煞車，確保在衝突點之前停住。倘若在列車抵達零車速之前恢復通訊，列車將繼續正常運作。

道旁 ATP 系統偵測遺漏車用 ATP 通訊的方法，同於車用 ATP 採用的方法。然而，偵測時間端視已知的列車運作狀態(手動或自動)而定。道旁 ATP 按照最後一次接收車用 ATP 的假定佔用長度，來維持在適用區段內的佔用長度。行控中心的 ATS 人機介面(MMI)，將通報遺漏車用或道旁通訊的情形。

2.3.5.6 旅客安全出入(Safe Passenger Exchange)

車載 ATC 唯有在情況安全時，才啓用自動門運作功能，藉此確保旅客能安全地上下車。啓動車門前，ATC 確認列車車速為零、推進系統中止、啓用煞車、列車亦妥善停靠在車站月台。一旦滿足這些安全條件，ATC 將啓動面朝車站月台的車門。列車整個輪跡(如「佔用長度」一節所述)都位於車站內，整列列車的車門亦對齊月台門時，才算是對準車站。

車站旅客出入門、車站緊急逃生門、以及路旁出入門關閉/鎖定指示燈都安全輸入分區 ATP。一旦遺漏任何門的關閉/鎖定指示燈，RATP 將阻止列車在相關車站月台的動作。車用 ATP 系統監視車門關閉/鎖定的指示，倘若遺漏車門安全關閉/鎖定的指示(意指偵測出車門異常開啓)，VATP 將啓用緊急煞車，讓列車完全停止。

行控中心 ATS 人機介面(MMI)將發出未按時開門(車門與月台門)的警訊。車門未按時開門時，將導致必須隨即將列車停在軌道上，若是月台門未按時開啓，列車得在進入車站前停下。無論是哪種情況，未按時開門僅影響該軌道的列車，其他軌道的列車則照常運作。

2.3.5.7 安全運行控管(Safe Travel Control)

爲了讓列車安全駛過道旁的轉轍器，於是隔出一個(或一組)轉轍器做為聯鎖裝置。聯鎖裝置的出入口以閘門保護。聯鎖裝置的 RATP 功能，即是控制轉轍器的運作，避免發生不必要的動作。分區 ATP 運用道旁裝置與列車的現況，就

能確保列車通過聯鎖裝置時，能維持安全的運作。倘若偵測到可能有危險的狀況，列車不得通過道旁裝置，而其變更的裝置狀態之要求將不採用。

聯鎖功能可以細分成下列幾項：

- (1)控制閘門(Gate Control)
- (2)控制轉轍器(Switch Control)
- (3)控制訊號(Signal Control)
- (4)控制行車方向(Traffic Direction Control)

2.3.5.7.1 控制閘門(Gate Control)

沿著聯鎖裝置裝設閘門，讓列車能在情況安全下通過。閘門的有效狀態為開放(淨空)、關閉(停止狀態)或關閉中(停止)。CITYFLO 650 系統中，每道閘門各有靜態衝突點。閘門淨空時，相關衝突點靜止，列車就能自由通過該區。倘若閘門未開啓，衝突點啓用中，將對趨近列車形成路障。

2.3.5.7.2 控制轉轍器(Switch Control)

控制轉轍器是分區 ATP 負責的維生功能。分區 ATP 監督道旁現況，如列車位置和閘門狀態等，藉此判斷轉轍器是否移動，並利用目前的指令與回應狀態，來行使轉轍器的功能。轉轍器透過鎖定功能來保護。倘若轉轍器「鎖定」時，就無法發出要求指令。轉轍器在下列狀況發生時鎖定：

- (1)轉轍器已佔用(The switch is virtually occupied)
- (2)路線佔用轉轍器(A route is aligned over the switch)
- (3)轉轍器在本地端控制下(本地端控制時，無法針對轉轍器自動指定路線)
- (4)保護轉轍器的閘門開啓
- (5)轉轍器鄰近禁止區
- (6)轉轍器鄰近回復區
- (7)系統停止

2.3.5.7.2.1 轉轍器對應(Switch Correspondence)

如果 ATP 要求的狀態，同於轉轍器所示的狀態，此時的轉轍器處於對應狀

態。轉轍器顯示的狀態由三種輸入資料來決定：正常位置、反轉位置與本地端控制輸入資料。正常與反轉位置的顯示，唯有在轉轍器處於相關位置並鎖定时，才能接收到。轉轍器處於本地端控制模式時，ATP 轉轍器指令線將切斷與裝置之間的電力。

2.3.5.7.2.2 轉轍器指令(Switch Command)

開機時，RATP 將評估所有轉轍器的狀態。有效的轉轍器狀態為「正常」或「反轉」。RATP 不會命令轉轍器從事已經完成的狀態，或是在轉轍器正在移動時下令。轉轍器指令將導致 RATP 驅動裝置的指令線路，直到轉轍器抵達指定位置，或是超出時間為止。如果要求轉轍器移動，卻未能到達指定位置時，該指令即視為逾時。指令一旦逾時，首先得要求轉轍器回到原先位置，再下列移至相反位置。

2.3.5.7.3 控制號誌(Signal Control)

如果列車能安全通過導軌上的特定點，將利用號誌來通知手動駕駛列車的控制員。號誌一共有兩種：閘門邊界號誌與轉轍器位置號誌。閘門邊界號誌由綠色與紅色燈構成。綠燈代表閘門開啓，能夠安全通過。紅燈或無燈號代表閘門未開，不能通過。一般而言，閘門邊界號誌位於聯鎖出入口。

轉轍器位置號誌位於轉轍器各端(前後端)。這些指示燈用來表示轉轍器是否鎖定。如果轉轍器處於正常位置，前端正常指示燈與後端正常指示燈均亮起。倘若轉轍器處於反轉位置，前端反轉指示燈與後端反轉指示燈亮起。

2.3.5.7.4 控制行車方向(Traffic Direction Control)

系統按照事先劃分的行車區，按區控制行車方向。RATO 依據行控中心所下的指令變更列車方向。行車路線可以是正向或反向。分區系統啓動時，行車方向將初始化，回到正向狀態。行車方向的變更流程如下：分區 ATP 接獲變更行車方向的要求時，首先檢查行車區端點的所有閘門是否全數關閉。RATP 從行車區各端的聯鎖處，確認行車區未調整或使用路線。如果所有閘門都關閉，RATP 向行車區的所有列車，發出營運煞車指令。行車區的所有列車都處於零車速，而且

行車區未指定路線時，即可變更行車方向。

2.3.6 轉轍器設備

轉轍器為RATP道旁子系統之一，主要組成是由轉轍器邏輯控制機箱 (SLC)、轉轍器手動控制機箱(SMP)、轉轍器動力控制機箱 H & K (Point Setting Mechanism HWE61 VV-ZVV-E) 以及中央導軌機械部份結合左位、右位尖軌偵測器與鎖定尖軌偵測器及相關零組件所構成之轉轍器。

2.3.6.1 轉轍器邏輯控制機箱(Switch Logic Cabinet)

轉轍器邏輯控制機箱(SLC)與相關轉轍器手動控制面板(SMP)之界面關係，如表1及方塊圖(如圖2.3-14) SLC 與 SMP之邏輯控制所示，顯示SLC、SMP、自動列車控制系統(ATC)與其他要素元件的邏輯控制關係。

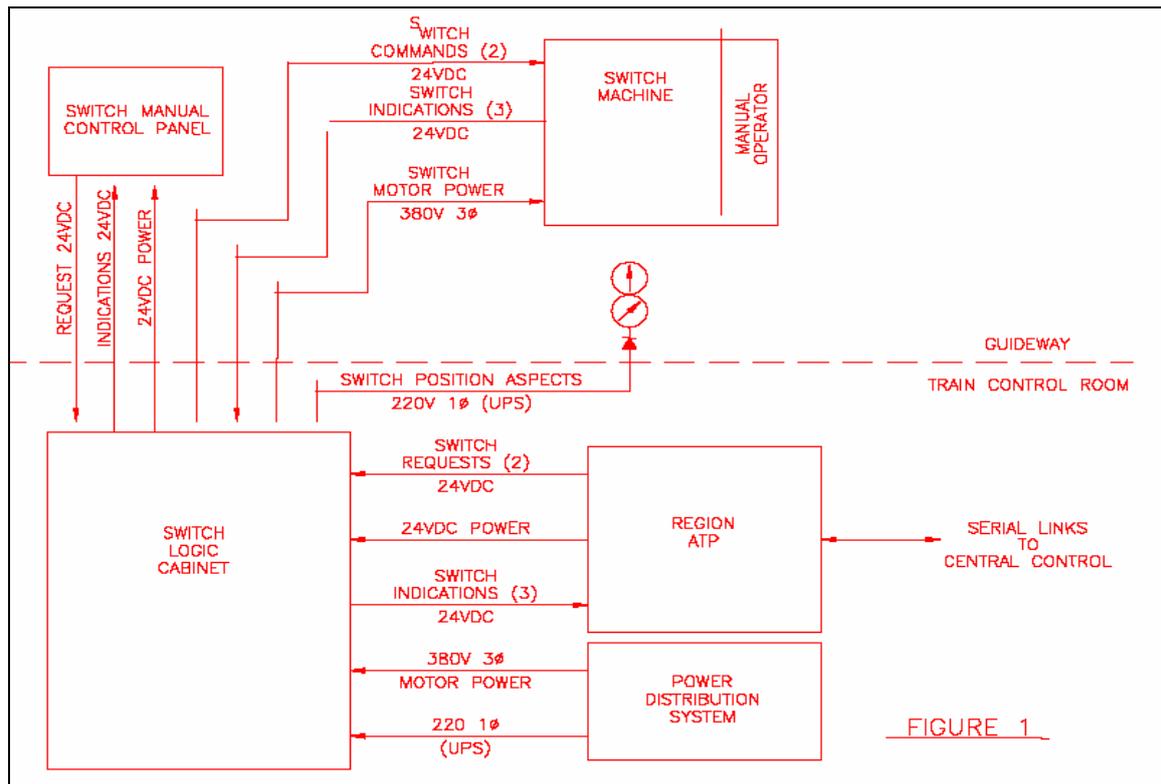


圖2.3-14 SLC與SMP之邏輯控制

Indications 240VDC	指示器240VDC
Manual operator	手動操作員
Power distribution system	配電系統
Region ATP	區域ATP
Request 240VDC	操作要求240VDC
Serial links to central control	串聯鏈路至中控
Switch commands	轉轍指令
Switch indications	轉轍顯示器
Switch logic cabinet	轉轍器邏輯控制機箱
Switch machine	轉轍機器
Switch manual control panel	轉轍器手動控制面板
Switch motor power	轉轍馬力
Switch position aspects	轉轍位置方向燈
Train control room	列車控制室

表2.3-1 轉轍器邏輯控制信號指令

轉轍器邏輯控制機箱(SLC) 設置車站ATC 號誌房內，(SMP)置於軌道平面上。SLC機箱主要是由繼電器與其他子系統界面所構成之邏輯控制，其功能是執行轉轍器直行或轉轍動作，並以區域自動列車保護功能控制列車的自動行駛，轉轍器共有三種控制模式，即自動模式、手動遙控模式以及現地手動控制模式，且均提供轉轍器動力驅動裝置。自動模式係指由行控中心進行轉轍器控制。手動遙控模式係指利用人機界面選擇轉轍器操作指令，手動模式僅適用於SMP，此模式之選定與控制與現有轉轍器控制程序相同。當正常供電中斷時，在手動模式下可藉由轉轍器動力控制機箱 H & K (Point Setting Mechanism HWE61 VV-ZVV-E)使用手動搖桿驅動轉轍器。轉轍器邏輯控制機箱(SLC)，如圖2.3-17所示。包括下列主要零組件：

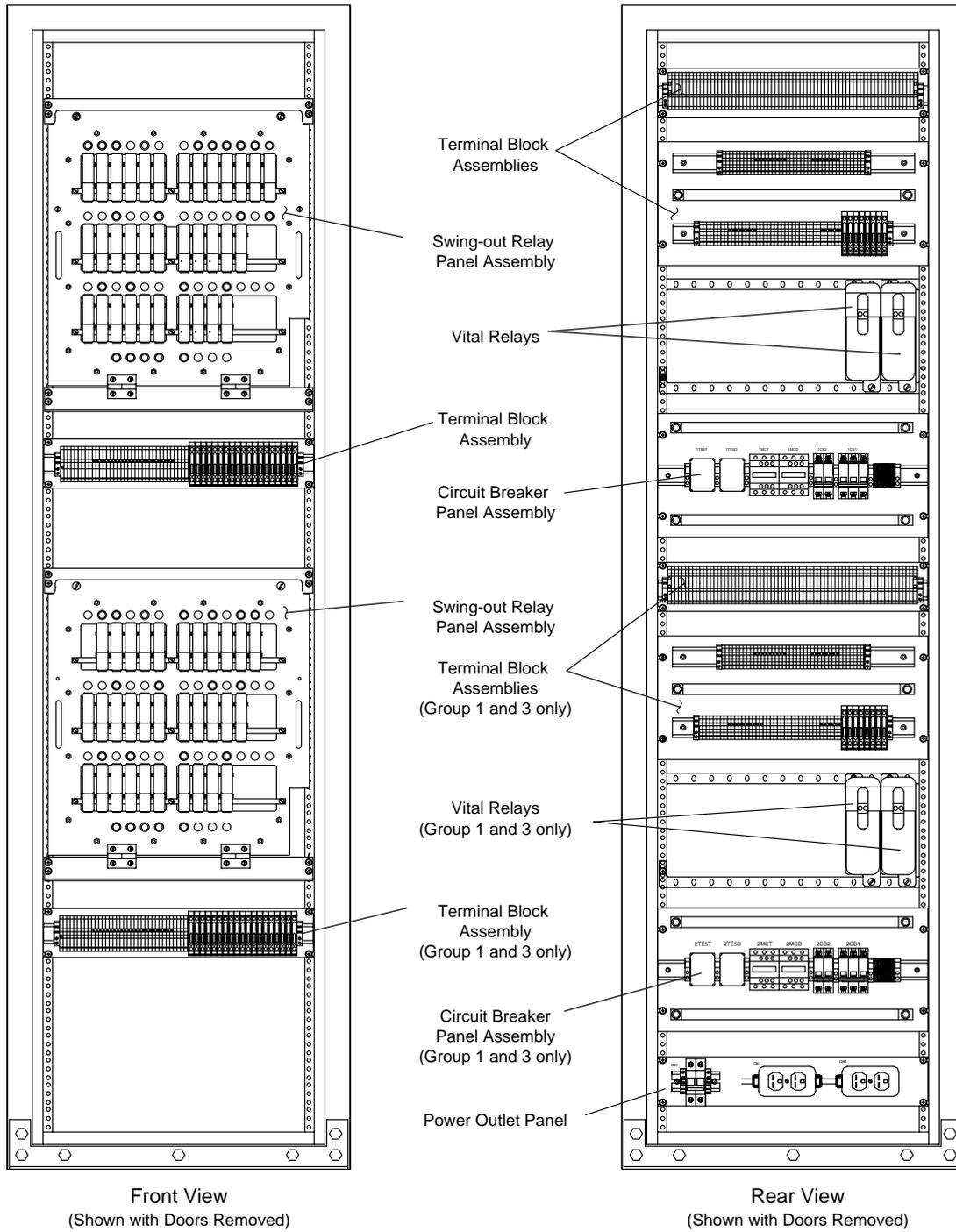


圖2.3-15 轉軸器邏輯控制機箱(SLC)

- (1)設備機箱
- (2)安全繼電器
- (3)維生繼電器
- (4)終端面板
- (5)繼電器安裝設備

(6)保險絲Fuses

(7)狀態指示器

SLC 外殼由一標準型19 吋機架所組成，機箱各尺寸量測約83吋(221公分)高、24吋(61公分)寬、29吋(74公分)深。機箱均經過地震等級測試，並由冷軋鋼板組合而成，鋼板則施以適當防蝕外層塗裝；已完成的機箱重量約450磅(204 公斤)，各繼電器功能均有狀態指示器外，SLC中亦配有一組與SMP相同的指示器。這類指示器作用在協助偵測故障之發生與確認其位置所在。指示器將使用不同種顏色有助於疑難排解的處理。

2.3.6.1.1安全繼電器(Safety Relays)

大多數使用複置檢查設計技術的SLC邏輯控制機箱亦配備安全繼電器，這類繼電器屬於插入式，機箱總成的所有繼電器均採用相同設計且可相互替換。

2.3.6.1.2 終端面板(Termination Panels)

所有導入SLC與SMP的配線將終止於壓力區段終端線，此終端線並配備整體瞬變保護。

2.3.6.1.3 保險絲(Fuses)

各分支電路將配備專屬保險絲提供零組件之保護，減低任何接頭焊接的可能性。保險絲座將配備保險絲燒斷時的指示器，大部分電路的保險絲等級為1A，而使用近1A 電流的少數裝置的保險絲等級則為3A。所有信號燈將採用LED型式，耗電量位於10 至20W 之間，保險絲等級為1A。保險絲等級不得超過各電路電線尺寸電流值的25%。此面板上除了有繼電器外，還有指示器設置以利辨識故障問題所在。為達成最短平均修復時間，整個面板可於兩分鐘內更換。維生繼電器以及插入式繼電器將分別安裝，面板上的所有裝置將有明確功能標示於面板兩側。

2.3.6.1.4 繼電器安裝設備

與轉軸器有關聯的所有安全繼電器將安裝於連接單一插入式繼電器且方便卸除的控制面板上。此面板上除了有繼電器外，還有指示器設置以利辨識故障問題所在。為達成最短平均修復時間，整個面板可在短時間更換。維生繼電器以及

插入式繼電器將分別安裝，面板上的所有裝置將有明確功能標示於面板兩側。

2.3.6.1.5 狀態指示器(Status Indicators)

所有指示器將採用長壽型、LED型式，各繼電器功能均有狀態指示器外，SLC中亦配有一組與SMP 相同的指示器。這類指示器作用在協助偵測故障之發生與確認其位置所在。指示器將使用不同種顏色有助於疑難排解的處理。

2.3.6.1.6 swing out繼電器面板

swing out繼電器面板，如圖2.3-16所示。轉轍器控制和指示器之大部份繼電器邏輯與連鎖閘門一樣，皆包含swing out繼電器面板其組成位於SLC前端面板上，位於SLC上方之swing out繼電器(33組)為主要轉轍器界面，位於SLC下方之swing out繼電器(32組)為次要轉轍器界面。swing out繼電器面板與控制線之界面是透過兩個連接端子P1與P2，連接端子P1主要是提供24VDC信號，連接端子P2是藉由閘門繼電器提供220VAC電源給道旁上之照明設備。

2.3.6.2轉轍器手動控制面板(Switch Manual Panel)

轉轍器手動控制面板，在需要手動控制轉轍器時提供人機界面。在需要手動操作的時候，交通號誌會放在每個轉轍器的通道來當作車輛操作器的警示系統，且判斷是否是安全通行的狀況。每個轉轍器通道有一個或兩個方向的交通燈誌，來指揮操作器藉由轉轍器進行安全通行。SMP包括下列主要零組件：

- (1)設備外殼(Equipment housing)
- (2)終端面板(Termination panels)
- (3)控制器與顯示器(Controls and indications)
- (4)按鍵操作開關(Key operated switches)
- (5)響鈴警告裝置(Audible warning device)

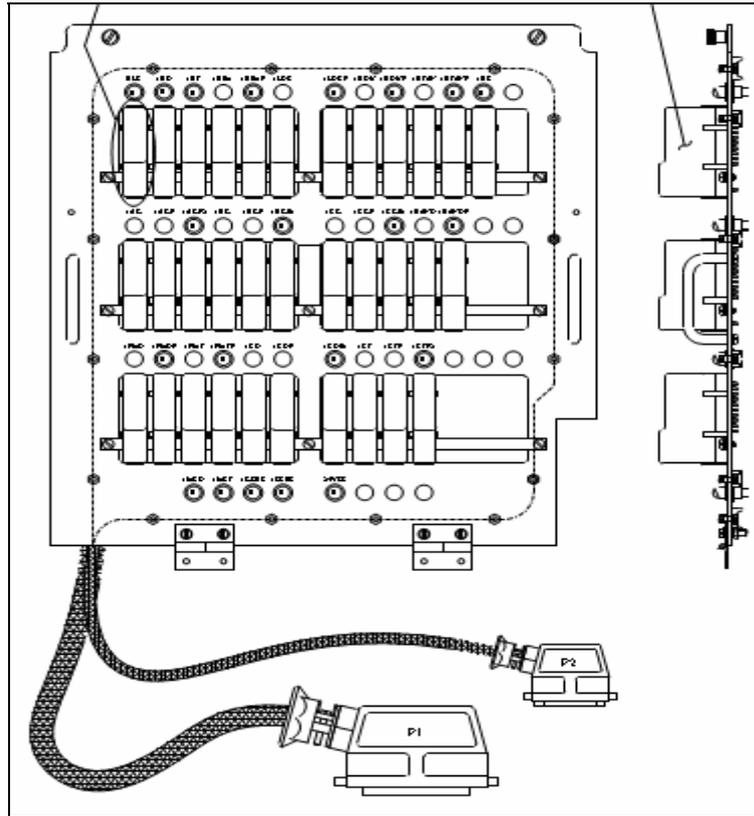


圖2.3-16 swing out繼電器面板

轉轍器手動控制面板位於軌道平面上，暴露於室外環境下的SMP 將安裝於不鏽鋼機箱內，所有連接至SMP 的配線將終止於壓力終端線，此終端線並配備整體瞬變保護功能。用來控制與指示轉轍器的按鈕與指示器屬於長壽型工業等級的零組件並有水密建構保護，指示器有足夠亮度可於光線充足環境下清楚辨識。SMP按鍵操作設有使用現地控制模式，將提供兩個按鍵操作開關，開關將連鎖以便從兩種可能的現地控制模式中選擇最佳的控制模式。轉轍器邏輯控制機箱與轉轍器手動控制面板，兩者皆為自動列車控制系統的道旁部分。

2.3.6.3 轉轍器動力控制機箱 H & K (HWE61 VV-ZVV-E)

轉轍器動力控制機箱 H & K (HWE61 VV-ZVV-E) 如圖2.3-17所示，轉轍器動力控制機箱主要是提供動力切換位於軌道上之轉轍器道岔方向(直行或轉轍)。電聯車在轉轍器區域的導引是藉由轉轍器中央導軌之操作而完成的，轉轍樺舌之控制來自於轉轍器動力控制機箱，而轉轍制動器是由電液壓單元或電機單元控制所組成。

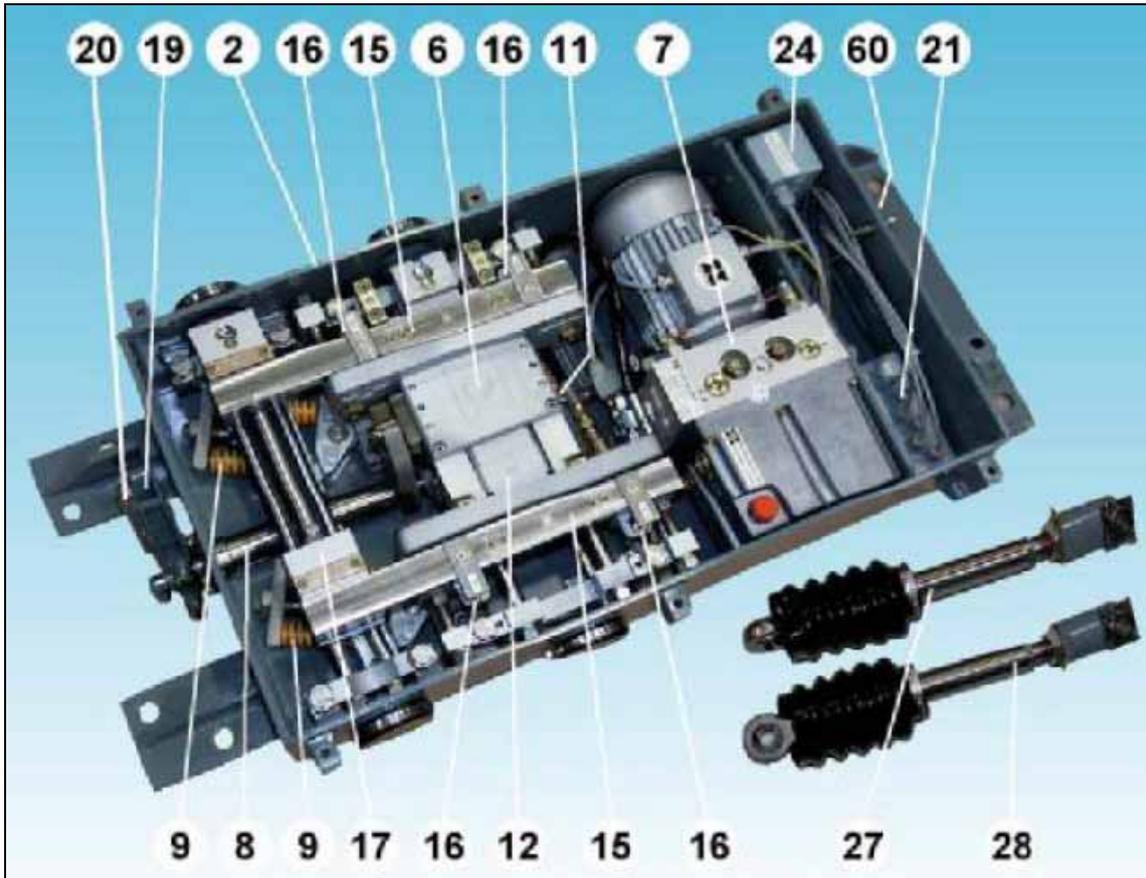


圖2.3-17 轉轍器動力控制機箱 H & K (HWE61 VV-ZVV-E)

轉轍器動力控制機箱 H & K (HWE61 VV-ZVV-E)之組成由連接板、液壓控制單元、驅動軸、彈簧機構單元、液壓缸、鑲嵌底座裝置、止動器裝置、緊閉偵測、樺舌偵測閉鎖裝置、控制桿開關、樺舌偵測終端裝置、動力馬達機、驅動桿 HWE61、樺舌偵測連鎖器、信號控制線迴路端子排。轉轍器動力控制機箱之液壓控制單元，如圖2.3-18所示。其構成之組件由開關端子台、流量計、液壓油過濾器、壓力量測器P1與P2、電磁閥、液壓箱、調節控制閥 DV1與DV2、機油高度指示器、浮標開關及壓力控制閥DBV1與DBV2等所組成之液壓控制單元。

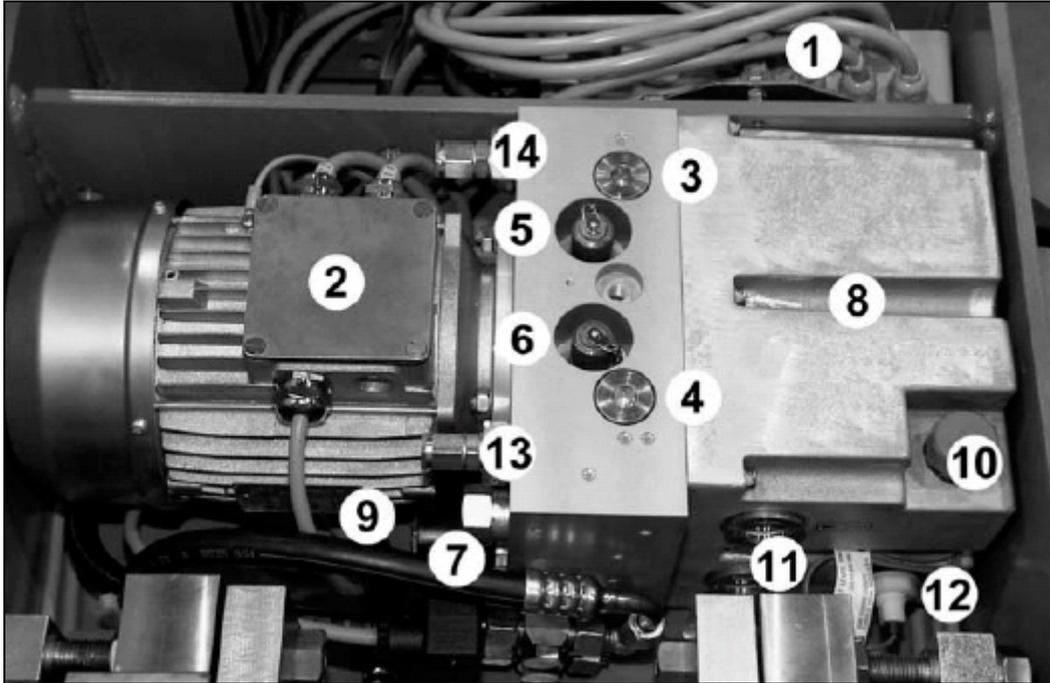


圖2.3-18 轉轍器動力控制機箱之液壓控制單元

轉轍器動力控制機箱主要之能量傳遞與轉換方式為利用電動機將電能轉換為機械能，再經由液壓泵從油箱吸取液壓油，然後產生高壓油即為液壓能經液壓管路送至壓力控制閥、流量控制閥及方向控制閥，調節液壓能之大小、速度及方向，再將調節後之液壓能利用液壓驅動器轉換成機械能而驅動工作元件，即提供動力切換位於軌道上之轉轍器道岔方向(直行或轉轍)。

2.3.6.4 轉轍器邏輯控制

2.3.6.4.1 轉轍器控制

為了讓列車安全駛過道旁的轉轍器，必須隔出一組轉轍器做為聯鎖裝置。聯鎖裝置的出入口以閘門保護。聯鎖裝置的RATP 功能，即是控制轉轍器的運作，避免發生不必要的動作。自動列車保護 (ATP) 系統會提供轉轍器的控制。處理方式就是把轉轍邏輯器接回區域 ATP 設備上。區域 ATP亦會控制轉轍器。連線方法就是直接把轉轍邏輯機箱 (SLC) 藉由I/O 連線方式連到ATP 設備上。命令與狀態是直接由區域 ATP 處理器讀取。區域ATP 可命令轉轍器變更想要的位置與置放交通標誌或燈號指示與轉轍位置標誌到適當的配置。區域ATP 會讀取轉轍器目前的位置狀態，如果ATP 要求的狀態，同於轉轍器所示的狀態，此時的

轉轍器處於對應狀態。轉轍器顯示的狀態由三種輸入資料來決定：正常位置、反轉位置與本地端控制輸入資料。正常與反轉位置的顯示，唯有在轉轍器處於相關位置並鎖定時，才能接收到。轉轍器處於本地端控制模式時，ATP 轉轍器指令線將切斷與裝置之間的電力。

2.3.6.4.2 轉轍器指令

系統開機時，RATP 將評估所有轉轍器的狀態。有效的轉轍器狀態為「正常」或「反轉」。RATP不會命令轉轍器從事已經完成的狀態，或是在轉轍器正在移動時下令。轉轍器指令將導致RATP 驅動裝置的指令線路，直到轉轍器抵達指定位置，或是超出時間為止。如果要求轉轍器移動，卻未能到達指定位置時，該指令即視為逾時。指令一旦逾時，首先得要求轉轍器回到原先位置，再下指令移至相反位置。如果列車能安全通過導軌上的特定點，將利用訊號來通知手動駕駛列車的 control 員。訊號一共有兩種：閘門邊界訊號與轉轍器位置訊號。閘門邊界訊號由綠色與紅色燈構成。綠燈代表閘門開啓，能夠安全通過。紅燈或無燈號代表閘門未開，不能通過。一般而言，閘門邊界訊號位於聯鎖出入口。如圖2.3-20所示轉轍器與閘門控制。轉轍器位置訊號位於轉轍器各端(前後端)。這些指示燈用來表示轉轍器是否鎖定。如果轉轍器處於正常位置，前端正常指示燈與後端正常指示燈均亮起。倘若轉轍器處於反轉位置，前端反轉指示燈與後端反轉指示燈亮起。

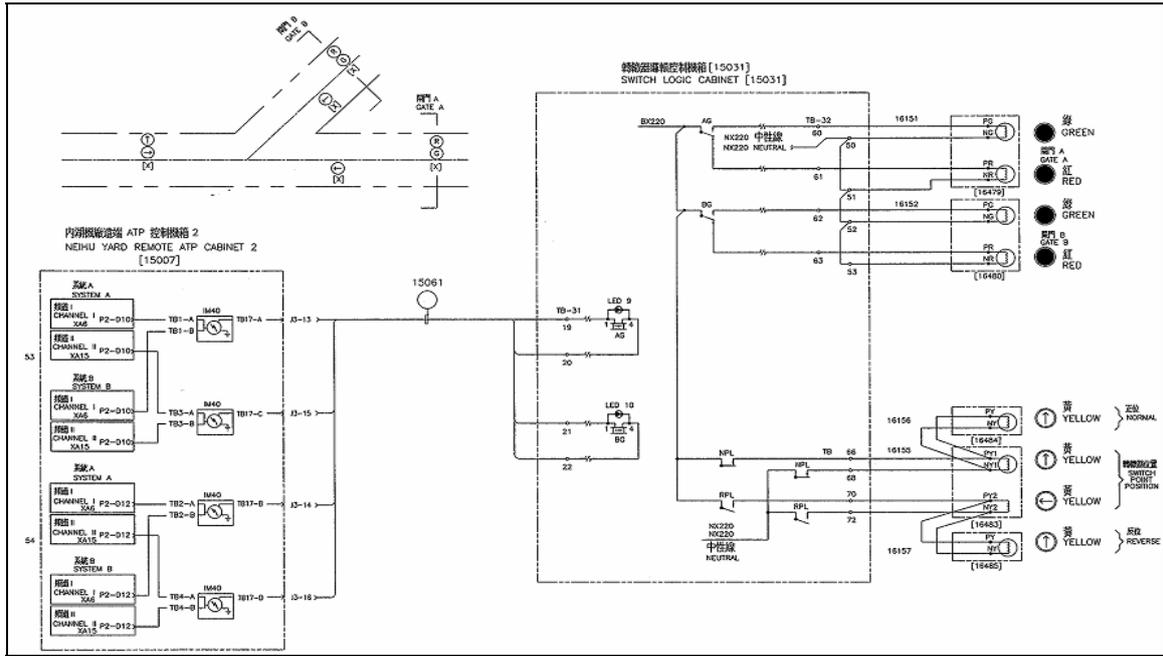


圖 2.3-19 轉轍器與閘門控制

2.3.7 月台門控制

月台門控制機箱組成設備的執行功能，如圖2.3-20所示。主要是處理非維生性的月台門運作，指示旅客通過車站月台與列車上下車。月台門控制機箱的零件，亦用來提示月台門狀況至對應的分區RATO 系統，這些狀況將由行控中心(OCC)負責、監督或記錄。

月台門控制機箱除了負責非維生性功能外，還負責執行維生性月台門主要電力功能，此功能由RATP負責分配。主要電力功能決定了月台門何時離開關閉鎖定位置。主要電力意指同意月台門開啓。當主要電力訊號消失時，月台門就無法開啓。當車進站時，車上ATP 系統傳送訊號至道旁ATP 系統，啓動道旁的主要電力，月台門控制機箱的PLC，發出開門指令至月台門時，才會開啓。月台門控制機箱經由BDR 將月台門狀況傳送至列車。主要電力通電後，列車會送出開門指令。月台門控制機箱的PLC 解讀列車訊息，送出開門指令至對應的列車月台門組。列車與傳送月台門狀態的月台門控制機箱不斷通訊。倘若月台門受阻，將發訊至列車以開啓列車的一組門，其他門仍然關閉。

內湖/木柵全線共配置二十四個月台門控制機箱，分佈於木柵線和內湖線的

每一車站。每個機箱負責月台上行線與下行線的月台門控制功能。月台門控制機箱共有四個稱為「組」的基本總成(G01至G04)。這四組將細分特定機箱的硬體內容。如表2.3-2所示，可以觀察出，內湖與木柵全線的月台門控制機箱有所不同(G01與G02)，這是因為需要額外設備，才能達到木柵線系統所需的相容性，G03與G04基於在列車控制線的位置，則是其他月台門控制機箱的獨有設計。G01為內湖線的標準設計；G02為木柵線的標準設計；G3與G4是針對特定車站機房追加硬體之需，從G01和G02延伸出來的特別設計。

月台門控制機箱位置分佈表			
車站/ATC設備	一般總成 Group NO.	主要總成Group NO.	控制箱編號
B11	G01	G01	[10553]
B10	G01	G02	[10503]
B9	G01	G03	[10453]
B8	G03	G04	[10403]
B7	G01	G05	[10353]
B6	G01	G06	[10303]
B5	G01	G07	[10253]
B4	G01	G08	[10203]
B3	G01	G09	[10153]
B2	G03	G10	[10103]
B1	G01	G11	[10053]
BR1	G01	G12	[10003]
BR2	G02	G13	[10003]
BR3	G02	G14	[20011]
BR4	G04	G15	[20021]
BR5	G02	G16	[20031]
BR6	G02	G17	[20041]
BR7	G02	G18	[20051]
BR8	G02	G19	[20061]
BR9	G02	G20	[20071]

BR10	G04	G21	[20081]
BR11	G02	G22	[20091]
BR12	G02	G23	[20101]
BR13	G02	G24	[20111]

表2.3-2 月台門控制機箱位置分佈表

每一組月台門控制機箱之設備組成(圖2.3-21所示)及介面，包含下列所示。

- (1)可程式控制器總成(PLC Assembly)
- (2)可程式控制器繼電器面板(PLC Relay Panel)
- (3)安全維生繼電器面板(Safety Vital Relay Panel)(僅有木柵站)
- (4)保險絲盤總成(Fuse terminal Block Assembly)
- (5)維生繼電器(Vital Relays)
- (6)固定機架機箱電源供應(Rack-Mounted Cabinet Power supply)
- (7)接頭面板(Connector Panel)
- (8)突波防護終端配線盒總成(Surge Protection Terminal Block Assemblies)
- (9)24Vdc終端配線盒面板(24Vdc Terminal Block Assemblies)
- (10)電源輸出面板(Power Outlet Panel)

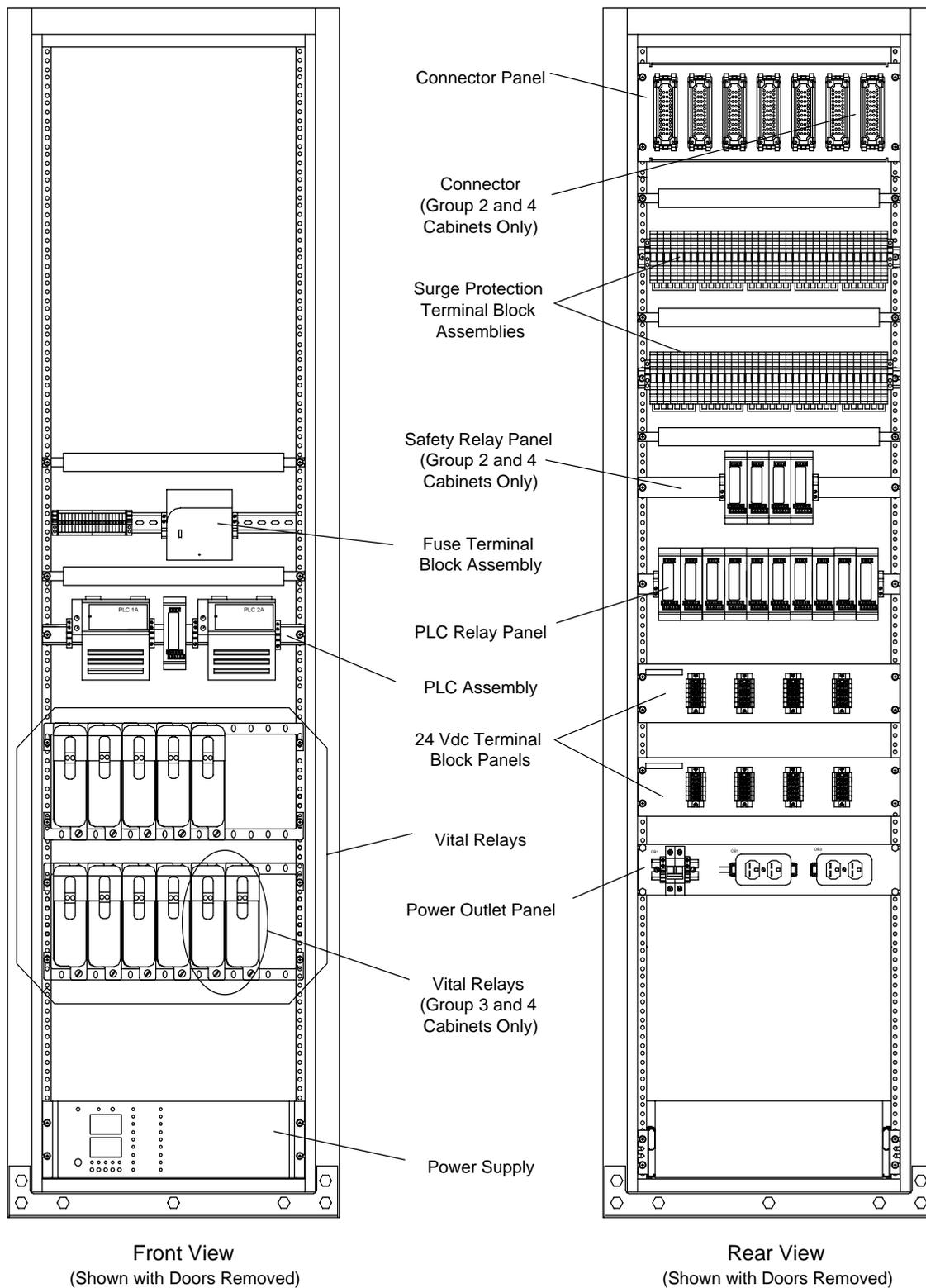


圖2.3-20 月台門控制機箱總成

2.3.7.1 可程式邏輯控制器總成(PLC Assembly)

可程式邏輯控制器總成，如圖 2.3-21 所示，僅設置於區域 ATC1 與 ATC6

之內湖與木柵機廠 RATO 機箱，可程式邏輯控制器總成亦支援執行區域 ATC2、ATC3、ATC4、ATC5 很多的功能與介面，對於 PLC 總成有兩種型式之模組(1A 與 2A)及一組安全繼電器所組成，月台門控制機箱有兩個 Modicon 可程式控制器 (PLC)總成。每一個月台門機箱 PLC 設置輸入/輸出功能，以便讀取 16 輸出訊號並驅動 16 輸出訊號。月台門機箱 PLC 將利用 RS-485 網路，銜接月台門 PLC。月台門狀況的所有資訊，例如月台門受阻、故障、手動開啓或月台門斷電、以及一些與月台門無關的功能，如 ATP 系統選擇、系統健全與啓用狀態等，都會經過此條通訊連結傳送。此連接介面亦用來操作月台門。機箱 PLC 接收到分區 ATO 發出的開門指令，再將此代碼送至月台門樑的 PLC。月台控制機箱的 PLC 將經由 TNS，進行乙太網路連線至分區 ATO。

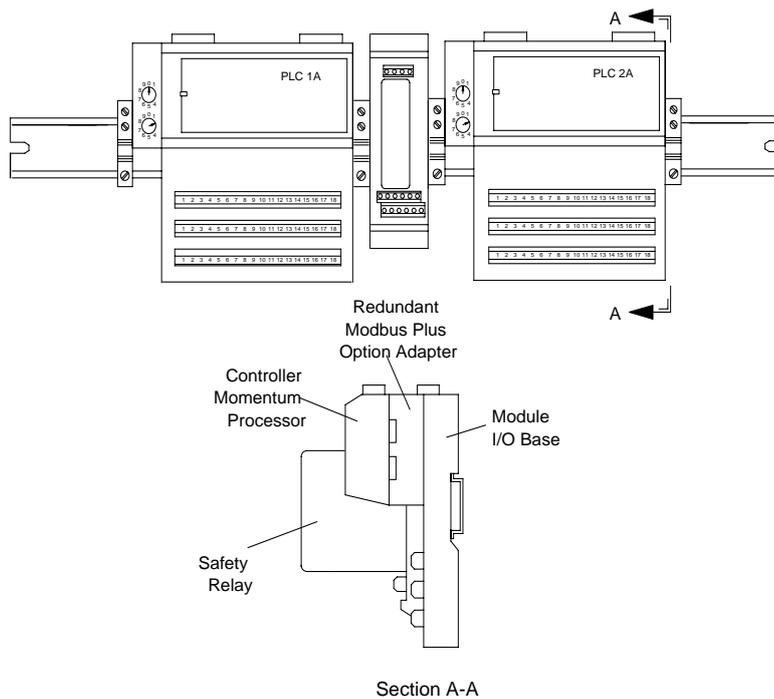


圖 2.3-21 可程式邏輯控制器總成

Modicon 可程式控制器的特色如下：

- (1)乙太網路埠
- (2)Modbus 埠 2/RS485
- (3)Modbus Port 2 / RS485

(4)內建記憶體 544K

(5)使用者記憶體為 18K 純文字

(6)快閃隨機存取記憶體(RAM)為 512K 位元組

(7)時脈速率為 50MHz

PLC 處理器設有三個 LED 指示燈，分別為執行(RUN)、區域網路啓用(LAN ACT)與區域網路狀態(LAN ST)，如表 2.3-3 所示。

LED	指示燈模式	狀況描述
執行	綠色	CPU 接收電力並處理邏輯時，持續亮著
	閃爍	CPU 處於 kernel 模式時，按照錯誤燈樣閃爍
區域網路啓用	綠色	乙太網路埠的作動中
區域網路狀態	綠色	正常運作時持續亮著
	綠色	快速閃爍，表示乙太網路於啓動時正常進行初始化
	綠色	閃爍三次，代表偵測到 10BASE-T 連結中止。 請檢查電線與接頭。
	綠色	閃爍四次，代表偵測到重複的 IP 位址。
	綠色	閃爍五次，代表未偵測到 IP 位址。
	熄滅	缺乏有效的 MAC 位址。

表 2.3-3 PLC(1A、2A)LED 指示燈

2.3.7.2 可程式控制器繼電器面板(PLC Relay Panel)

月台門控制箱包含安全繼電器面板，位於機箱背面，此面板相似於可程式控制器(PLC)的繼電器面板，應用在內湖機廠(Region1)和木柵機廠(Region 6)之 ATO 機箱中只有三種 Relay 例外(PLCRP-K8 到 PLCRP-K10)。K9 和 K10 繼電器應用在列車離站前之月台播放聲音功能，K10 繼電器提供系統之切換只適用在木柵線月台門控制箱。

2.3.7.3 保險絲端子盤總成(Fuse terminal Block Assembly)

保險絲端子盤總成，如圖 2.3-23 所示，由裝著保險絲的終端配線盒所提供的多重複饋構成。燒壞的保險絲以 LED 顯示。帶有指示燈的保險絲插座，具備供保險絲插入的插匣，保險絲用兩邊的端蓋塊固定在原位，每邊各一個。總成上的保險絲專為保護離開月台門控制機箱的 24 伏特電力，最後能夠回饋至機箱。保險絲端子盤總成亦包含一個 24VDC、10AMP 之備援電源供應，此電源負責供應位於沿線軌道上之 TAG 讀取器，24VDC 信號自電源供應器亦經由保險絲端子盤總成所回饋。

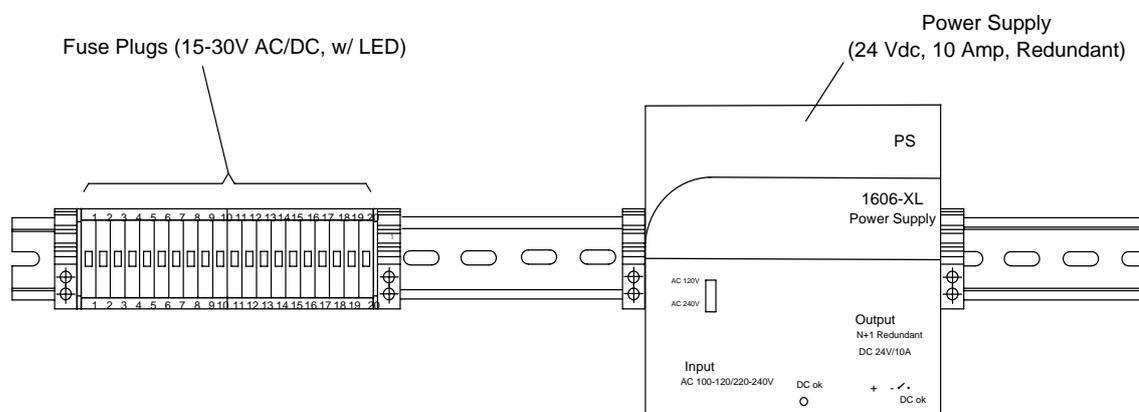


圖 2.3.22 保險絲端子盤總成

2.3.7.4 維生繼電器(Vital Relays)

月台門控制機箱組包含許多維生繼電器，一般總成機箱群組 1 與群組 2 將有九個維生繼電器，另外有兩組群組 3 與兩組群 4 機箱設置於車站分區 ATC 設備房內，如表 2.3-4 所示，DCC 維生繼電器功能。

對於維生繼電器每一導軌必須配置一個維生繼電器來控制月台門關閉與鎖定訊號，月台門關閉鎖定訊號，提供 ATP 系統維生輸入，其中指示月台的所有月台門關閉鎖定。倘若車站繼電器斷電，受到影響的車站區段，將強制施加零車速度限制。如果控制月台門關閉鎖定的維生繼電器利用重力中斷其功能(切斷電力)，列車不得進入車站內的該月台一側，站內列車亦不得離站。每段導軌都有專屬的月台門關閉鎖定維生繼電器，所以各月台門控制機箱共有兩個維生繼電器，

DCC 維生繼電器(機箱一般總成群組 1 與群組 4)	
繼電器型式	功能概述
VRPT-K1	主要電源 A 輸入 1 上行線
VRPT-K2	主要電源 A 輸入 2 上行線
VRPT-K3	車站月台門關閉鎖定 A 上行線
VRPT-K4	緊急月台門關閉鎖定 A 上行線
VRPT-K5	車站緊急停止
VRPT-K1	主要電源 B 輸入 1 下行線
VRPT-K2	主要電源 B 輸入 2 下行線
VRPT-K3	車站月台門關閉鎖定 B 下行線
VRPT-K4	緊急月台門關閉鎖定 B 下行線
VRPT-K5(僅群組 3 與群組 4)	內湖線系統停止
VRPT-K6(僅群組 3 與群組 4)	木柵線系統停止

表 2.3-4 DCC 維生繼電器功能

分別控制上行線與下行線月台。站內緊急停車功能由一個維生繼電器負責。該繼電器控制各站上下行線的緊急停止按鈕。按下站內的緊急按鈕時，將切斷緊急逃生門的電路，再阻斷 ATP 繼電器的輸入，進而停止受影響區域內的移動。發生此情況時，維生繼電器將中斷送往 DCC 與 OCC PLC 的輸入訊號並且記錄此事件，進一步切斷相關車站導軌區段的電力。在區域 ATC 主要車站(B2、B8、BR4、BR10)將另設兩個額外的維生繼電器，一個負責木柵線行控中心的緊急停止鈕，一個負責內湖線行控中心的緊急停止鈕。這些停止繼電器的電路彼此相連，所以當按下木柵線或內湖線行控中心的停止鈕時，維生繼電器將切斷第一車站的電力，接著是第二車站、依序持續執行切斷下一站電力輸送，此結果接著導致送往 RATP 的維生輸入消失。

2.3.7.5 24Vdc 終端配線盒面板(24Vdc Terminal Block Assemblies)

終端配線盒總成，如圖 2.3-23 所示，負責傳送+24VDC 與-24VDC 電力至機箱內部的電源，以及接收 ATP 機箱電源提供的同等電力。維生繼電器接點提供 ATP 維生輸入電力時，此總成用來提供正確的電力來源。換言之，產生分區 ATP 或遙控 ATP 機箱內維生輸入電力的 24VDC，源自分區 ATP 或遙控 ATP。此股電力離開特定的 ATP 機箱，進入月台門機箱並止於終端配線盒總成，就在此時，電力分配至適用的維生繼電器接點，倘若特定的維生繼電器，處於適當供電或斷電狀態時，ATP 24VDC 可導回其對應輸入點。

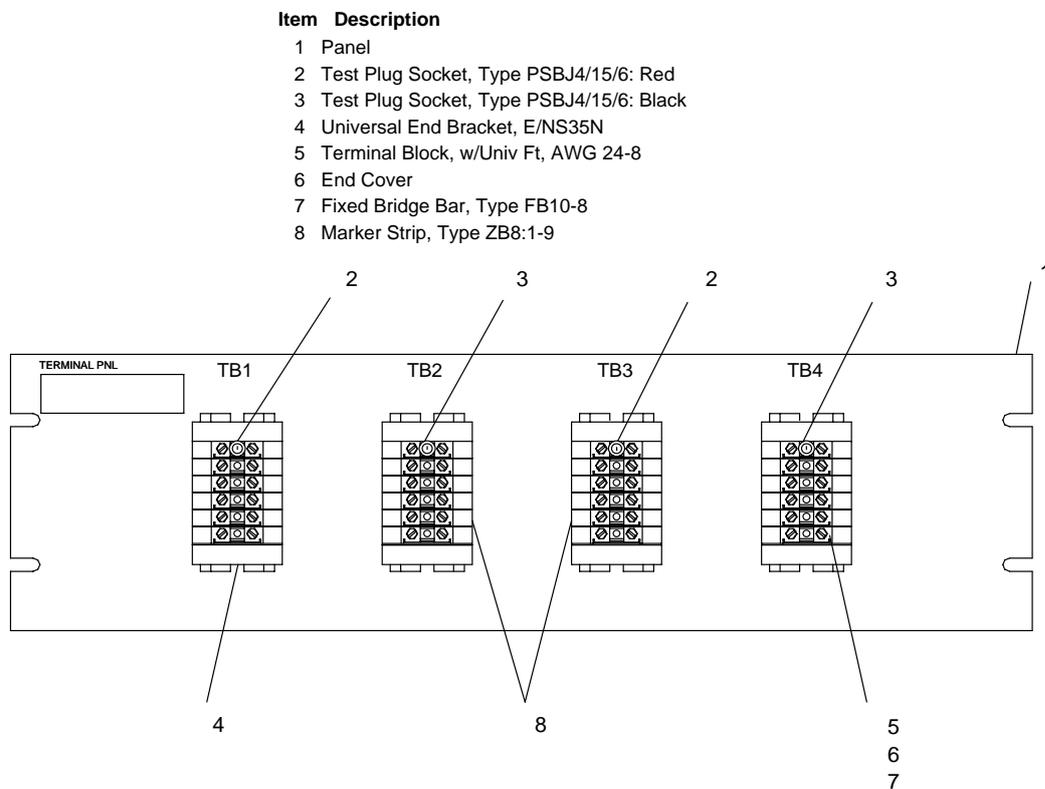


圖 2.3-23:電源輸出面板

2.3.3 月台門控制機箱總成(DOOR CONTROL CABINET ASSEMBLIES)

車站月台門控制機箱主要執行月台門操作(如圖 2.3-24 及圖 2.3-25 所示)，這些

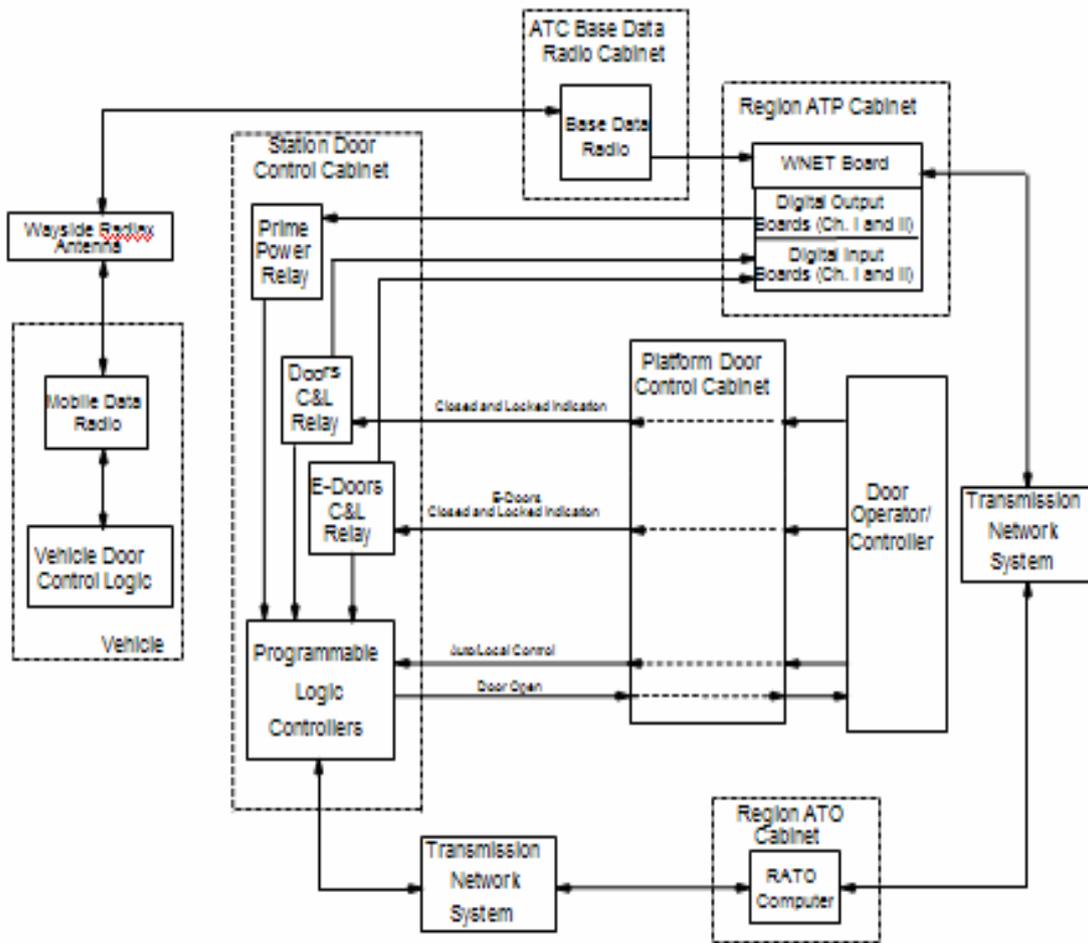


圖 2.3-25 Station and Vehicle Door Control Block Diagram(Mucha Line)

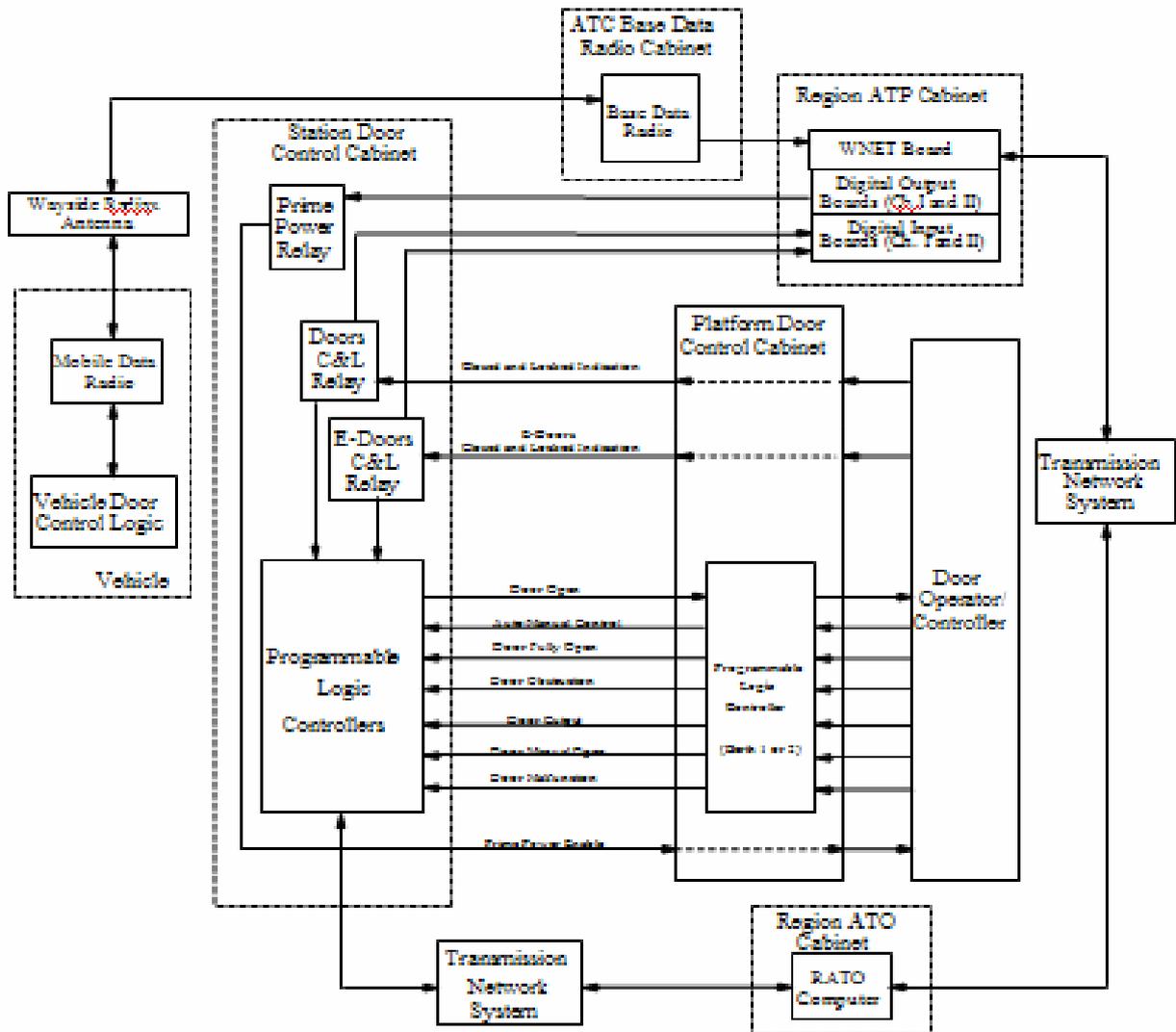


圖 2.3-26 Station and Vehicle Door Control Block Diagram(Neihu Extension)

非維生功能包括回報月台門狀態給區域 ATO，經由 TNS 傳回行控中心，而月台門的開門指令則由 RATO 傳送給月台門 PLC。月台門的主要電力由區域 ATP 所供應。月台門控制箱接收及處理月台門控制碼，而且傳送月台門控制碼給列車。當列車發生車門故障或障礙物偵測時，RATP 經由 BDR 傳送”要求重新開門指令”給列車。區域 ATP 經由 BDR 與配置在列車上的 MDR 交換車門/月台門控制及障礙物偵測訊息。

2.4 電聯車控制系統

CITYFLO 650 是電聯車控制通訊系統，它無須標準軌道迴路，或車載操作控制，列車控制資料交換透過安裝於道旁與安裝於電聯車 A-CAR 的車載自動列車控制系統 (VEHICLE ATC) 執行，無線電資料被使用於車載自動列車保護系統 (VEHICLE ATP) 來確保列車安全。CITYFLO 650 通訊係透過安裝於 A-CAR 車底部的兩具 MDR (Mobile Data Radio) 天線及車頂的兩具 MDR 天線進行資料交換。



圖 2.4-1 車頂 MDR 天線

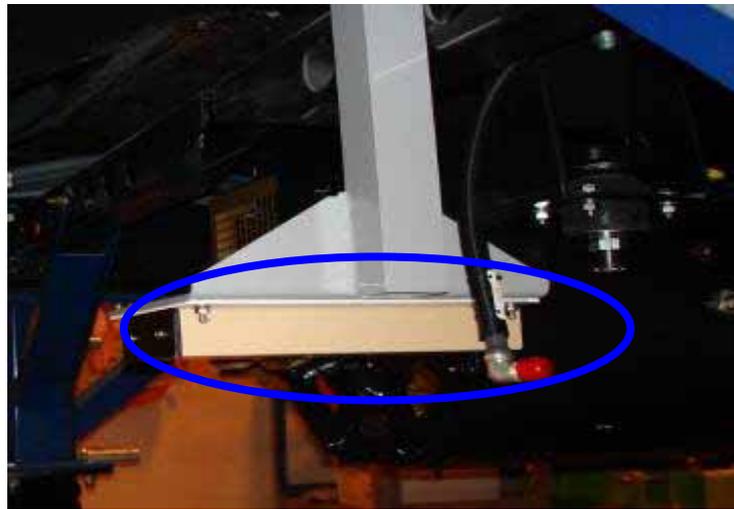


圖 2.4-2 車底 MDR 天線

2.4.1 電聯車設備

參數	數值/說明
車廂長度(含聯結器)	13780mm
車廂寬度	2540mm
車廂地板距離行使路面高度	978mm

車門通道寬度	2134mm
車門通道高度	1930mm
前後正及電靴距離	25522mm
重量	數值/說明
空車重量(AW0)	19200 公斤/每節車廂 38400 公斤/每對車
最大承載量車重(AW3)	27720 公斤/每節車廂 55440 公斤/每對車
設備特性	數值/說明
電力供應	750 伏特直流電
推進系統	兩具交流推進馬達/每節車廂
低壓電力系統	24 伏特直流電
列車導引	側向導引輪導引
煞車系統	電力煞車/能源再生 煞車碟片、氣壓控制設備、液壓作動器
次懸吊系統	氣壓/空氣彈簧
轉向架	兩具單軸轉向架/每節車廂
負載行走輪	每節車廂四只中型卡車用胎(內含防爆胎 鋁合金內膽)氮氣充填壓力 167psi (11.5Bar)
導引輪	每節車廂八只導引專用橡膠輪胎(內含防 爆胎鋁合金內膽)氮氣充填壓力 145psi (10Bar)
緊急煞車	氣壓轉換液壓推動煞車卡鉗挾持煞車碟 片
車體	鋁合金車身結構、玻璃纖維車帽
車門	數值/說明
空調系統	兩具高效能頂置式空調設備
性能特性	數值/說明
減速率	9.11:1
最大速率	80 公里/每小時
最大加速率	1.0 公尺/每秒/每秒
正常煞車最大減速率	-1.0 公尺/每秒/每秒
旅客承載能量	數值/說明
座位數	20
站立人數	122@7 平方米
站立人數佔用地板面積	15.1 平方米

表 2.4-1 概略尺寸及結構材質

2.4.1.1 車身外部結構

車體為模組化設計全車分為四個主要的構成要件如下：

(1)車底板：由擠型格狀鋁板地板及行走輪隔箱組合而成。



圖 2.4-3 車底板

(2)車頂板：由斜板和頂版所組成，兩側斜板和頂板均為擠型格狀鋁板構成，車頂板的特色為結合兩具空調設備單元總成及排水溝設計，聯接水管後將雨水排出。

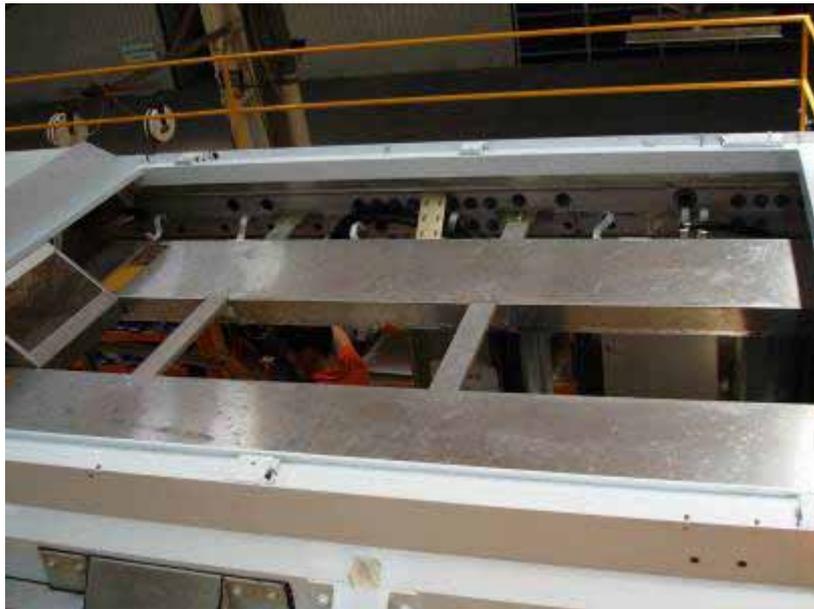


圖 2.4-4 車頂板

(3)車身側牆板：被建構成如同骨架般的結構，包括水平軌道及垂直樑柱，經由”huck” 螺栓固鎖頂蓋及板車底板由擠型結構作為骨幹包括水平軌道與垂直樑柱並以”huck” LOCK BOLT 螺栓固鎖頂蓋及板車底板。



圖 2.4-5 車身側牆板

(4)車帽：玻璃纖維(塑鋼)結構以 PU 結構膠及螺栓與車底板車頂板車身側牆板結合固定之。



圖 2.4-6 駕駛端 (AX BY) 車帽



圖 2.4-7 非駕駛端 (AY BX) 車帽

車體有足夠的抗壓縮強度，為避免可能發生於車身結構上的衝撞，防止車廂之間因爬升時所產生的角度差，及行駛時車體間相互之作用力，車廂間以聯結器來緩衝與吸收作用於車身結構的作用力及角度差。



圖 2.4-8 自動聯結器

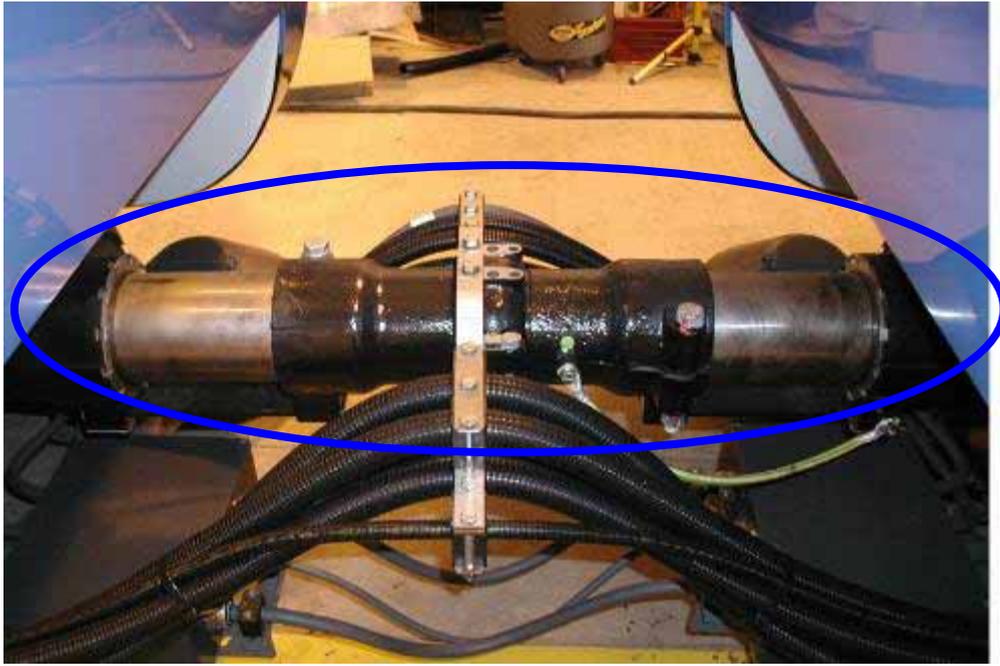


圖 2.4-9 半永久聯結器

每節車廂四具車身舉昇墊，以提供維修時車廂頂舉或吊掛車身時吊掛設備安裝位置，其舉昇墊位置寬度及距離與木柵機廠電聯車舉昇設備操作位置相同。



圖 2.4-10 車身舉昇墊及吊掛位置



圖 2.4-11 車身舉昇墊

2.4.1.2 車體內部結構

車廂內側牆飾板包含側窗框飾板、設備隔箱與座椅總成，車廂內側襯飾板是以玻璃纖維板襯飾，側窗由強化纖維塑鋼加以白色塗裝。



圖 2.4-12 玻璃纖維板襯飾加以白色塗裝

(1)車端內飾板

車端內飾板以玻璃纖維板與金屬合成橡膠(結構 PU 膠製成，窗框由強化纖維塑鋼及白色邊條收邊，車端內部襯飾範圍形成包圍車端擋風玻璃及車端車載設備箱體，其箱體收藏的設備如手動駕駛控制盤、壓力錶、多種顯示與監視設備，以及氣壓關段閥。所有控制盤和設備隔箱門(蓋板)均有密封膠條以隔絕液體意外潑濺到控制盤和設備隔箱門上方導致流入控制盤和設備隔箱內，飾板平面貼有禁止乘坐標示以告知旅客。此區域被修飾和地板鋁質踢腳板結合。



圖 2.4-13 車端側面內飾板



圖 2.4-14 車端內飾板下裝載設備



圖 2.4-15 鋁質踢腳板

(2)車頂棚襯飾



圖 2.4-16 蜂巢狀鋁合金結構板

車頂棚為表面白色塗裝之蜂巢狀鋁合金結構板所組成。頂棚上方設置空調風管並以車頂懸吊方式組裝而成。車頂棚襯飾模組包含頂置式照明燈具、條狀空調出風口、空調回風閘門、偵煙器。此區域被修飾和車身兩側內飾板結合。



圖 2.4-17 條狀空調出風口與照明燈具



圖 2.4-18 空調回風閘門關閉狀態



圖 2.4-19 空調回風閘門開啓狀態



圖 2.4-20 偵煙器



圖 2.4-21 車頂棚和車身兩側內飾板結合

(3)隔板

由鋁合金擠型、鋁合金板片、玻璃纖維板所組合而成，此種多區塊組合延伸至車身兩側內飾板。此區域中頂棚收納旅客資訊顯示幕(DMD)、動態路線資訊顯示看板、公眾廣播設備。



圖 2.4-22 動態路線資訊顯示看板



圖 2.4-23 公眾廣播設備

(4)車門框

每節車廂有四個門框，每個門框高度 905mm(75.00inch)寬度 2134mm(84.00 inch)。

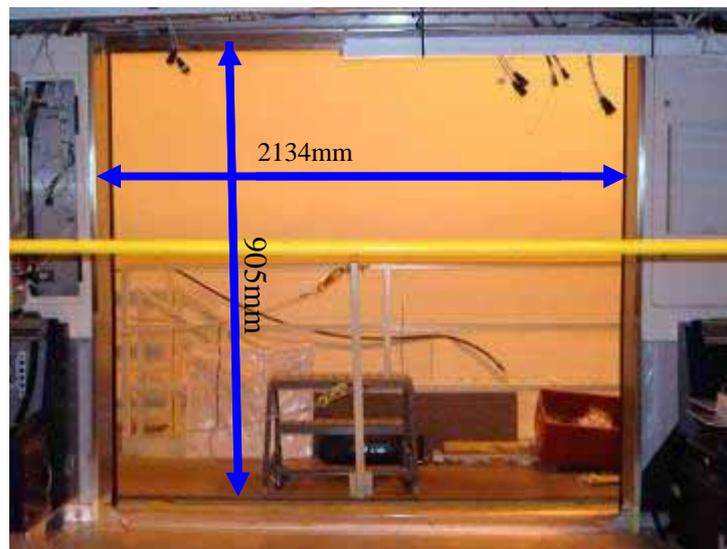


圖 2.4-24 門框寬度及高度

每個門框兩側均被不鏽鋼門柱所修飾，每個門框側邊車內飾板上均裝設車內人工解鎖裝置。



圖 2.4-25 不鏽鋼門柱與車內人工解鎖裝置

門框上緣以不鏽鋼門楣修飾，並且收納一組維修人員操作開關，門框下緣位置被飾以鋁合金擠型門檻。



圖 2.4-26 不鏽鋼門楣修飾及維修人員操作開關



圖 2.4-27 鋁合金擠型門檻

車體門框位置沿著門柱裝置毛刷用作消除車門板與門柱間縫隙。



圖 2.4-28 門柱毛刷

側窗側窗以厚度 6.4mm(0.25inch)膠和強化安全玻璃製成，玻璃外層染整成淡灰色，內層為透明無色，嵌入橡膠射出成形鎖槽鉗嵌條內。

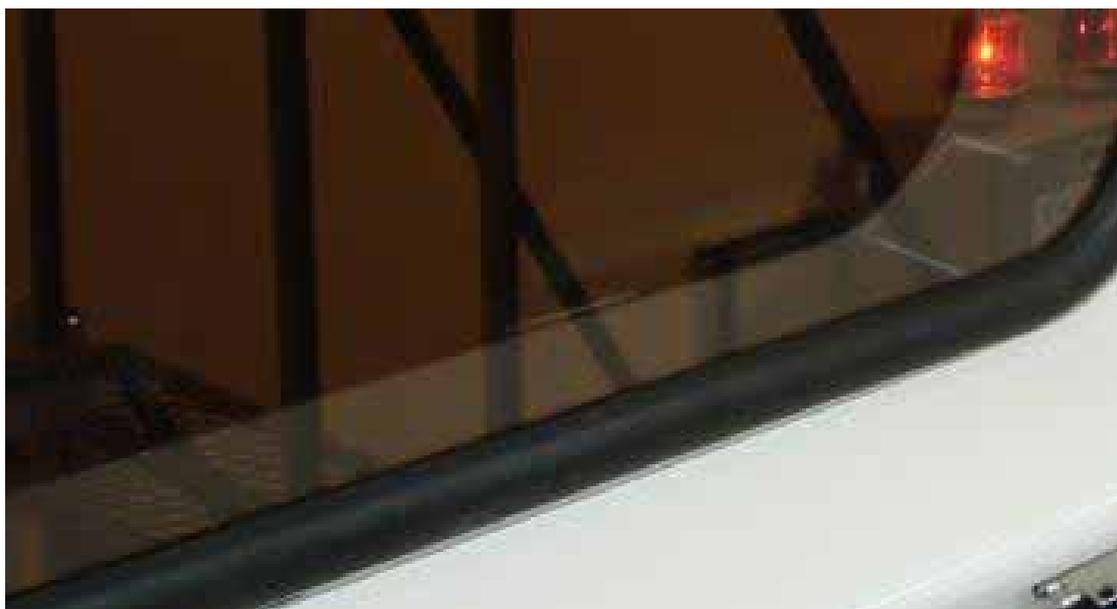


圖 2.4-29 橡膠射出成形鎖槽鉗嵌條

(5)車端擋風玻璃

車端擋風玻璃在車體兩端以厚度 9.7mm (038inch)膠合強化安全玻璃製成，玻璃外層染整成淡灰色，內層為透明無色，使用汽車工業用 PU 結構膠作為車帽玻璃纖維材質間的黏合及防水材料，車端擋風玻璃與車帽玻璃纖維材質間飾以橡膠射出成形膠條修飾收邊。



圖 2.4-30 車端擋風玻璃與收邊修飾橡膠膠條

使用與木柵線 VAL-256 電聯車地板相同之彈性地板材料覆蓋黏合，地板除了車門框門檻外均以鑲嵌板收邊，此種鑲嵌板於垂直與水平交界處為圓弧

造型設計以防止形成清潔工作死角。



圖 2.4-31 地板交界圓弧造型

2.4.1.3 車外設備

(1)車頂裝置

每節車廂車頂兩端各安裝一具空調單元，車載通訊系統（OCS）天線及兩具 CITYFLO 650 MDR 天線安裝於 A-CAR 車頂。



圖 2.4-32 車頂 MDR 天線

(2)車輛識別設備（ID Tag）

車輛識別設備(ID Tag)被安裝在車體兩側靠近車頂位置，該設備(ID Tag)無須電源，僅供沿線軌道邊車輛識別讀取器（Tag Reader）識別。



圖 2.4-33 車輛識別設備 (ID Tag)



圖 2.4-34 車輛識別讀取器 (Tag Reader)

(3)車端頭尾燈

一對頭燈一對尾燈分別設置於 AX 端與 BY 端各一組，車廂間聯結位置（半永久聯結器）未設置車外照明設備。



圖 2.4-35 車端頭燈及尾燈

(4)車門人工解鎖裝置（EMR）及車門操作裝置（DOA）總成

車門人工解鎖裝置（EMR）安裝於車門外部滑軌上方，維修人員將人工解鎖裝置（EMR）把手旋轉 90 度即可操作車門操作裝置（DOA）總成無需使用鑰匙即可將車門解鎖並將車門開啓。車門操作裝置（DOA）在車門被關閉時同時被重置復歸。再將車門解鎖的同時車門解鎖的訊號同時發送到列車自動控制系統（ATC）



圖 2.4-36 車門人工解鎖裝置（EMR）

車門操作裝置（DOA）安裝於每個車外門框上方，由兩部分組合，滑動門板驅動控制系統。將車門機構外蓋打開即可見到車門操作裝置（DOA），每組車門操作裝置（DOA）包含驅動馬達驅動機構裝置總成滑軌總成、車門關

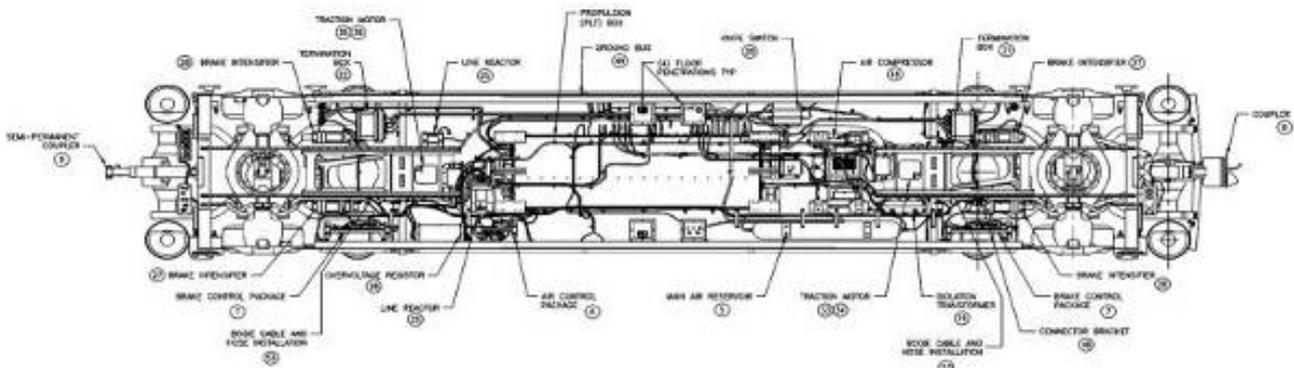
閉開關總成、車門閉鎖開關總成、車門緊急開關總成。



圖 2.4-37 車門操作裝置 (DOA)

2.4.1.4 車底盤設備

如同車底盤設備配置圖所示 MITRAC 總成、車輛控制系統 (VCU)，主要部為電力和推進系統氣壓設備、摩擦煞車系統，轉向架系統、聯結器、傳動系統被安裝於車底盤，其中車輛轉向導引、次懸吊系統、煞車系統、驅動設備為轉向架上主要設備。



ITEM	EQUIPMENT	ITEM	EQUIPMENT
5	氣壓控制盤	22	主線路接線盒
6	主貯氣槽	24	
7	煞車控制控制盤	25	主線路電感
8	自動聯結器	26	
9	半永久聯結器	27	(SB) 正常煞車增壓缸
18	空氣壓縮機	28	(SB) 緊急煞車增壓缸
19	隔離變壓器	31	
20		35	推進馬達
21		17B	

圖 2.4-38 列車底盤設備配置圖

(1)MITRAC 總成

車輛操作係依據車載訊號控制系統(VCU)此元件上的 MITRAC 車輛通訊及控制系統，安裝於每一輛車的各設備隔箱 VCU，控制不同的車輛各個子系統，經由多功能車輛序列埠(MVB)傳輸，每個不同的設備必須被需求一個介面設備可供序列埠通訊。介面通訊設備可能同時也是一個來自於 MITRAC 總成的模組，或是內建於提供相容於 MITRAC 模組的設備。推進及輔助換流器安裝於車底盤 PLT 機箱內建的 MITRAC，經由 AX、DI、DXL 型式的 MITRAC 模組連接到(MVB)，它同時也安裝於 PLT 機箱內，其中 DXL 模組訊號被規範設計成以低壓電力(電瓶電力操作)。

MITRA 型式	功能說明
AX	處理類比輸入訊號
DI	處理數位輸入訊號
DXL	處理數位輸入/輸出訊號

表 2.4-2 MITRAC 模組型式功能說明

車載自動控制 VATC 的相關組合安裝於車底的設備隔箱，其中包括基準點讀取器(Norming Point Reader)、兩個馬達轉速計(Tachometer)及車頂及車底盤各兩個車載移動數據天線(MDR)，基準點讀取器 NPR 被用在讀取設置於軌道沿線特定位置的基準點記號，車載自動控制系統 VATC 利用 NPR 所讀取的數據來決定列車本身當時在軌道上所在的位置，車載自動控制 VATC 利用來自於每個馬達上的轉速計來決定列車的速度與方向其數據來自於兩個馬達上的轉數計資訊交叉比對，來確保車速的精準度另外列車確實的所在位置由電腦來計算速度和時間，從最近一次在軌道上 NPR 所讀取到的資料，來決定列車的確位置與行走距離。CITYFLO 650 的 MDR 天線被用來作為列車與道旁設備之間的資訊交換，車載設備中的四路射頻(RF)無線電訊號切換總成來自動選擇四個 MDR 天線中訊號接收強度最佳的天線訊號來使用。



圖 2.4-39 基準點讀取器(Norming Point Reader)



圖 2.4-40 基準點 (Norming Point)

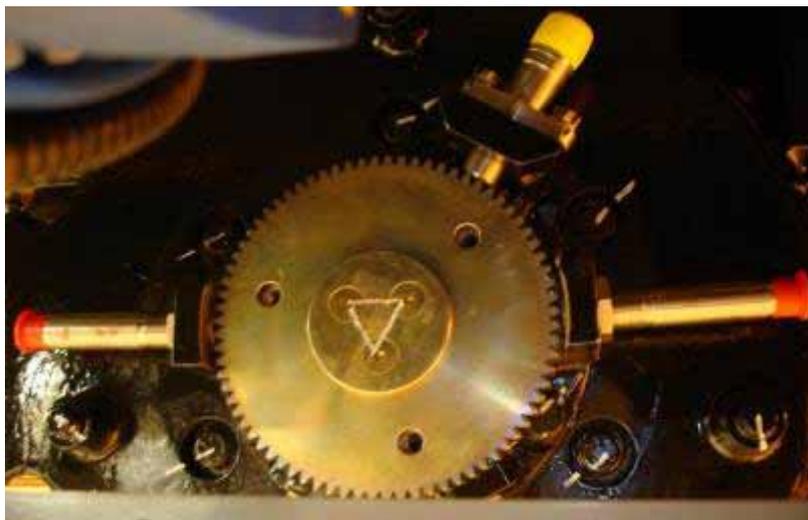


圖 2.4-41 馬達轉速計(Tachometer)



圖 2.3-42 四路射頻(RF)無線電訊號切換總成 (4Way Switch)

2.4.1.5 電力系統

主要電力系統包含主要高壓電力系統和低壓電力系統每節車廂的主要電力設備包含比流器電源選擇閘刀開關、兩組推進換流器(Propulsion inverter)、一組輔助電力換流器及其配屬組件。



圖 2.4-43 推進換流器



圖 2.4-44 輔助電力換流器

比流器安裝 PLT 機箱內，電源選擇閘刀開關安裝於車底盤中段側邊，於車底盤推進換流器與輔助電力換流器安裝於 PLT 機箱內，PLT 機箱則安裝於車廂底盤下方。



圖 2.4-45 比流器



圖 2.4-46 電源選擇閘刀開關箱

主要電力設備中計有低壓分配控制盤 LVDP、電瓶充電器、電瓶。其中電瓶充電器安裝於 PLT 機箱內，電瓶僅安裝於 B-CAR 車底盤，低壓分配控制盤 LVDP 則安裝於每節車廂內第 7 號設備隔箱內。



圖 2.4-47 電瓶充電器



圖 2.4-48 電瓶箱

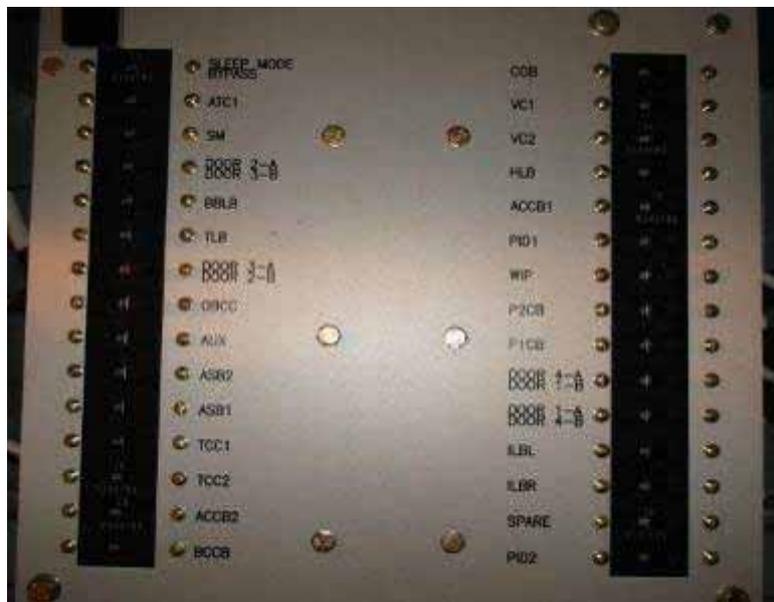


圖 2.4-49 低壓分配控制盤 LVDP

推進牽引電力與車輛接地系統經由軌道上的導引軌(第三軌)傳送到列車，意即由三個安裝於轉向架上的集電靴進行電力傳送。

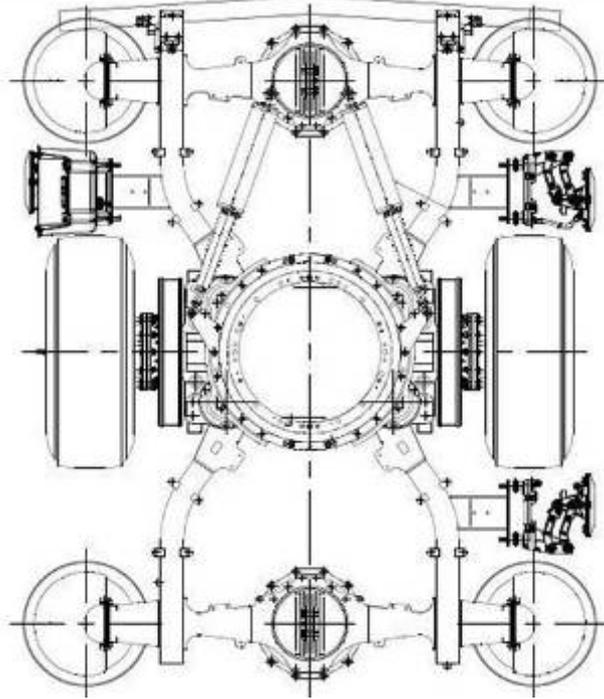


圖 2.4-50 集電靴位置分布

正極集電靴安裝於車輛一側(L 側) 接觸 750 伏特導引軌，負極集電靴及安全接地集電靴在另一側(R 側) 接觸 0 伏特導引軌，正集電靴有過電流保護保險絲，負極集電靴及安全接地集電靴沒有保險絲。集電靴系統完全與木柵線 VAL-256 系統電聯車系統相同並且能夠執行相同功能。



圖 2.4-51 正集電靴



圖 2.4-52 負極集電靴

正極集電靴電力經由電源選擇閘刀開關連接到 PLT 機箱內的換流器與和電瓶充電器。電源選擇閘刀開關有兩個選擇位置，一為維修場電源一為第三軌軌道到電源。

軌道電源位置：當電源選擇閘刀開關切換到軌道電源位置時，750VDC 電力輸入到 PLT 機箱，此種模式為一般正常營運狀態位置。

維修場電源位置：當電源選擇閘刀開關切換至維修場電源位置時，電源選擇閘刀開關切斷集電靴到 PLT 機箱的迴路轉換成連接 AX 端轉向架上的高壓臍帶接頭到 PLT 機箱的迴路。

負極集電靴被連接到車體 0 伏特參考迴路上，安全接地集電靴連接到第三軌的負電軌，與車體建立了車輛接地系統。負極導引來自於電瓶充電機和換流器的接地迴路以及其他設備同樣連接到接地線固定板上。設備箱經由接地線連接車體達成接地的效果。每節車廂的兩組推進換流器，轉換主要電力 750 伏特直流電成為三相可變電壓可變頻率的變動電力輸出，最大可達到 240 伏特三相 60 赫茲交流電力輸出，來供應交流推進馬達使用。

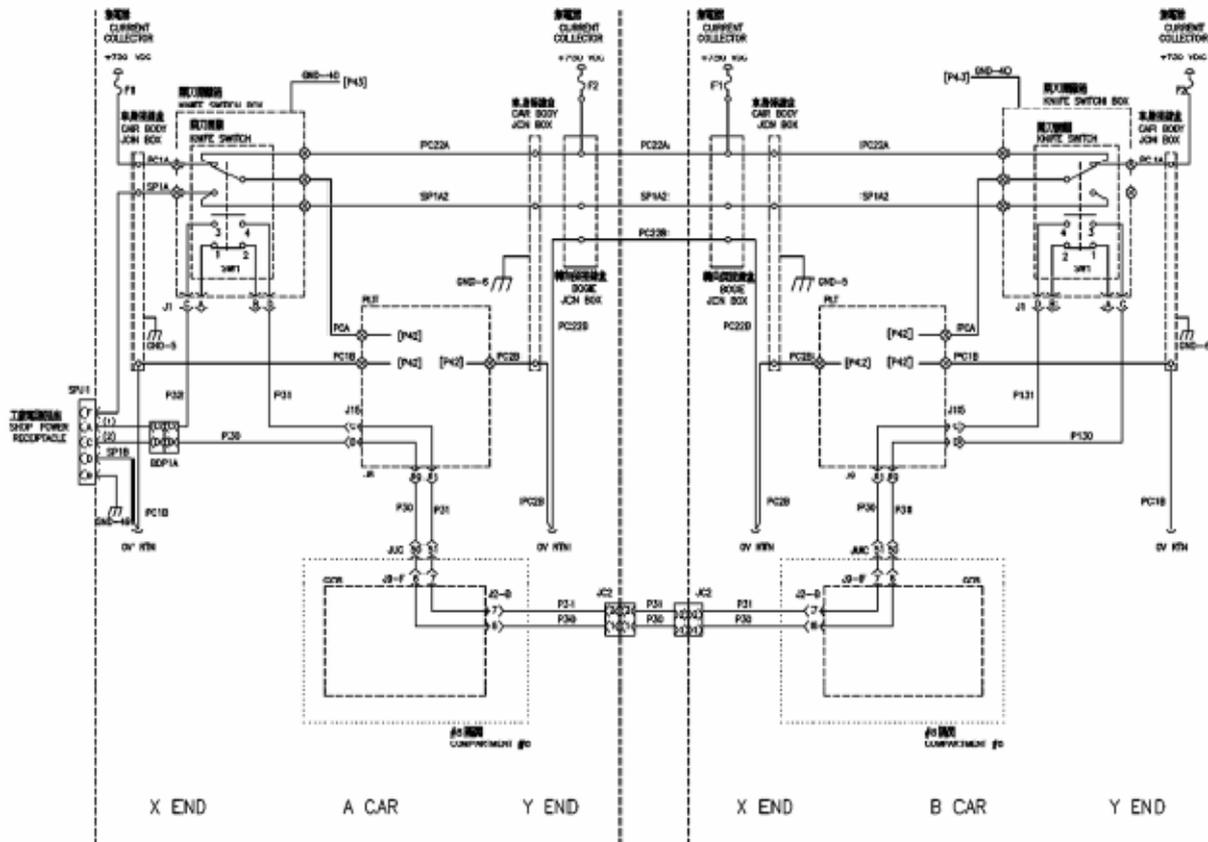


圖 2.4-53 電力架構圖

輔助換流器轉換主要電力 750 伏特直流電成為固定 240 伏特三相 60 赫茲交流電力輸出，輔助換流器所輸出的電力被轉換成 380 伏特三相 60 赫茲交流電力輸出，供應換流器風扇空氣壓縮機空調設備及單相 120 伏特交流的一般電器輸出插座。

電瓶充電器輸出 24 伏特直流電，對為電瓶充電以及車輛控制迴路所需電力。電瓶為 B-CAR 底盤安裝有一電池，A 車並無電池，每一電瓶重量 274 公斤。根據規定最少能充電/放電 2000 次，電瓶容量可支撐緊急負載最少 45 分鐘，當充電器故障或主要電力主要電力 750 伏特直流電消失時，則給予選擇性的電力供應。

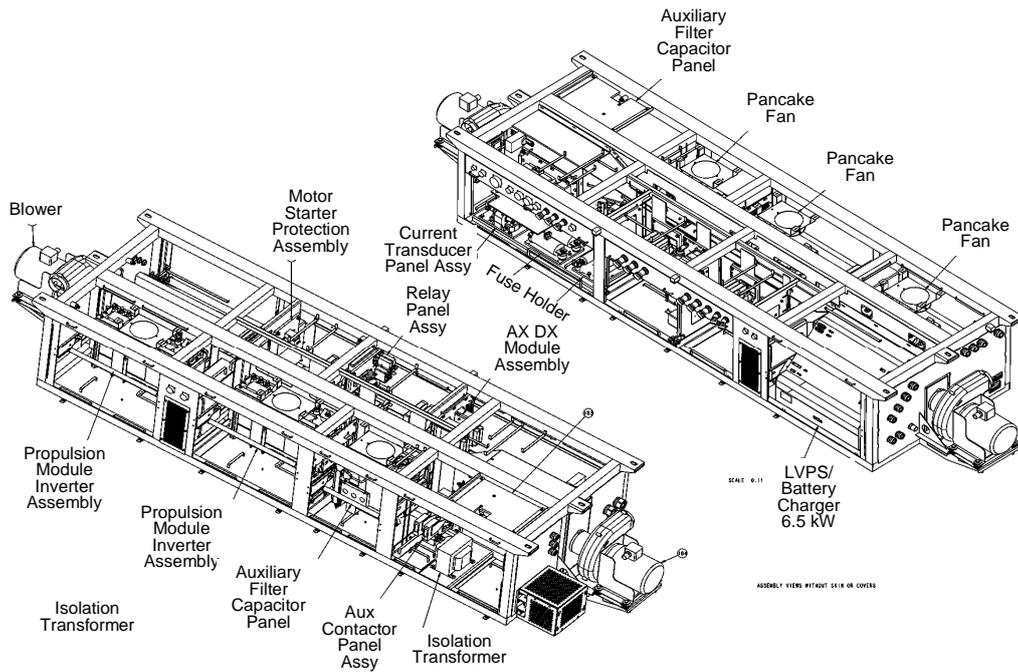
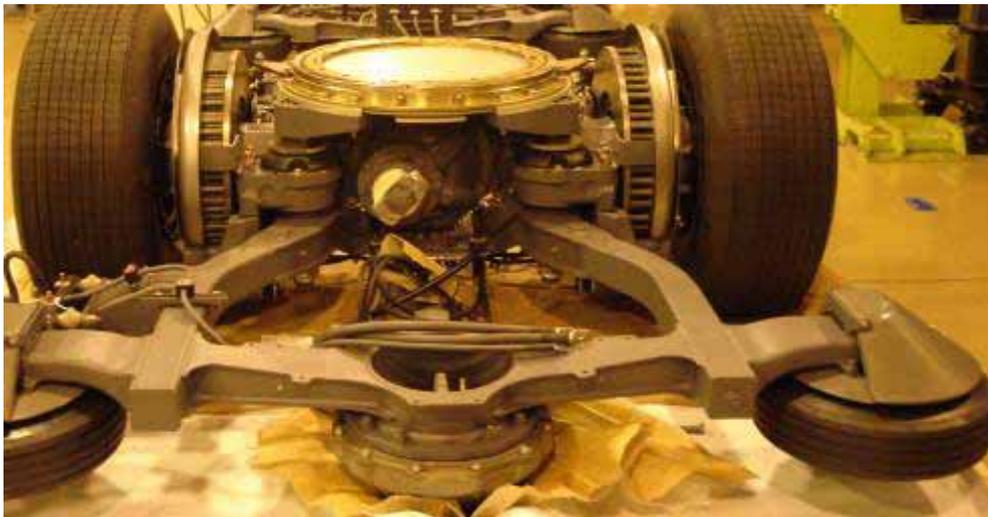


圖 2.4-54 推進換流器、輔助換流器、電瓶充電器位置圖

2.4.1.6 推進及動力煞車系統



2.4-55 轉向與車軸總成

底盤設有兩具獨立的推進和動力煞車系統，來驅動每個車廂底盤的兩組轉向架上的車軸。其主要單元為推進換流器，用來轉換 750 伏特直流電成為三相可變電壓可變頻率的變動電力輸出，供應推進馬達使用。輸出的電壓及頻率大小係依據馬達速度、馬達的輸出扭力需求及馬達的操作模式(輸出動力或煞車)。當所有煞車被重新再生時推進系統涉有煞車電阻，當無法再生時換流器煞車功能將被關

閉，並轉由摩擦煞車執行煞車功能。



圖 2.4-56 摩擦煞車設備（煞車卡鉗）

推進換流器和不同的感應器及控制設備被安裝在 PLT 機箱，其他推進設備安裝在每節車廂底盤，包括主線路電感器(主線路電感器是主線路的輸入濾波設備)、過電壓保護電阻及推進馬達。推進馬達可提供 160 匹馬力的連續輸出。

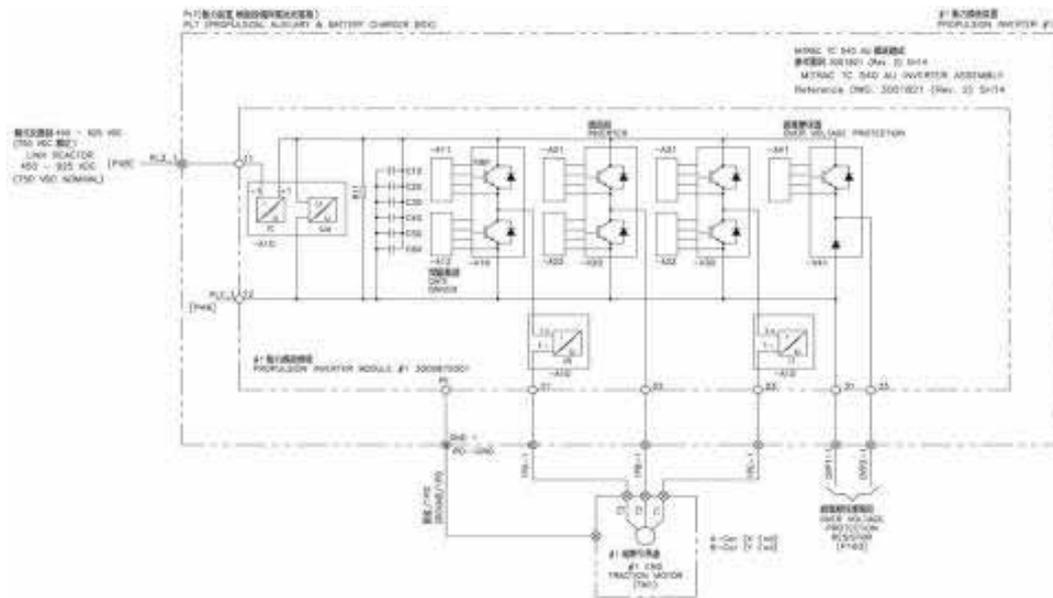


圖 2.4-57 推進換流器、感應器及控制設備關係圖

2.4.1.7 氣壓系統

安裝於底盤的氣壓設備包括有空氣壓縮機單元、及次懸吊系統中的空氣彈簧

總成、氣壓聯結計總成及雜項設備與轉向架上的管線。

空壓機設備（空氣壓縮機及空氣乾燥設備）提供 145PSI(9.99 Bar)的壓力直接送入主貯氣槽，每端均設有氣壓控制單元和聯結器總成，氣壓控制單元分配給每一端的緊急煞車迴路和煞車控制單元 115PSI(7.9 Bar) 的壓力和給予次懸吊系統中的空氣彈簧總成 90PSI(6.2 Bar)的壓力。



圖 2.4-58 空氣壓縮機

緊急煞車管線上的氣壓是用來釋放緊急煞車的，當緊急煞車列車線被激磁時，電磁閥同時被緊急煞車列車線命令所激磁作動，並將管線中的氣壓迅速的排放到大氣中，使緊急煞車中的彈簧挾持力迅速作用在煞車碟片上，以達到緊急煞車功能。

每個煞車控制單元包括一個貯氣槽和一個氣-液壓系統組合，此組合用來供應當煞車系統接收到來自車輛控制系統的正常煞車命令時的煞車動作。



圖 2.4-59 貯氣槽



圖 2.4-60 煞車氣壓控制盤外側

空氣彈簧被安裝在車底盤兩端的轉向架搖枕上方左右各一只空氣彈簧，每一只空氣彈簧單獨由個別的水平閥所控制，配合乘客數量多寡來保持車身一定的高度，並由個別的空气彈簧的副貯氣槽作為緩衝調節作用。

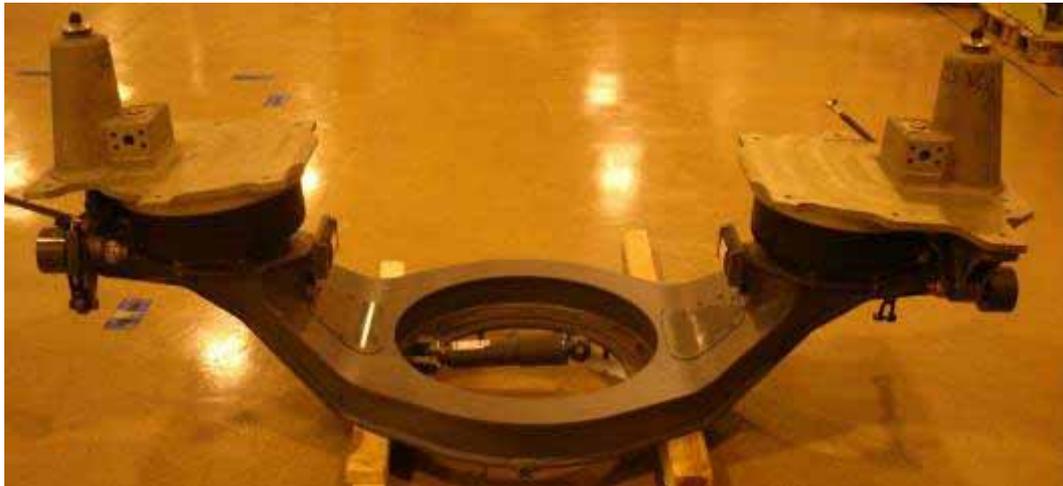


圖 2.4-61 空氣彈簧與轉向架搖枕關係位置

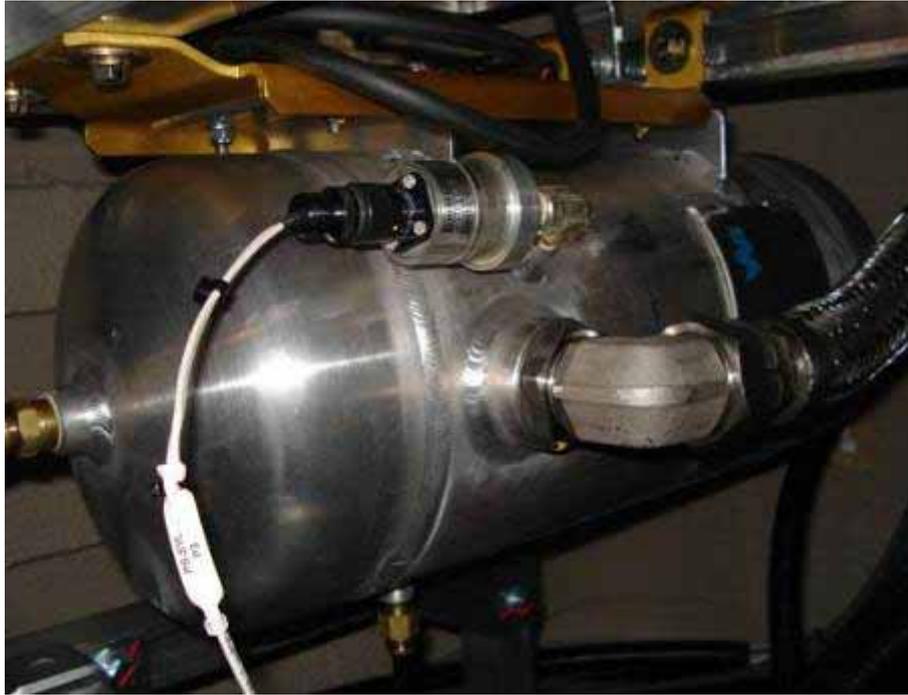


圖 2.4-62 空氣彈簧副貯氣槽

主貯氣槽氣壓被用來供應自動聯結器，使得自動聯結器上的列車訊號迴路得以自動接合聯通。

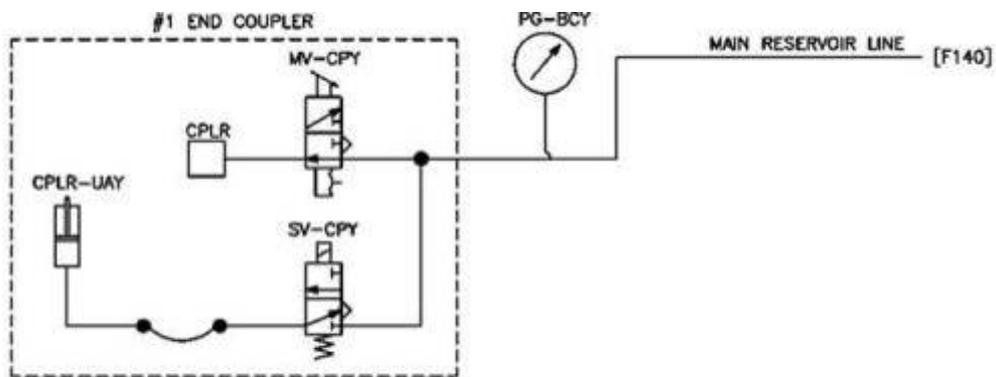


圖 2.4-63 聯結器氣壓示意圖

2.4.1.8 轉向架（次懸吊設備、驅動設備、煞車系統）

每節車廂均設有兩組轉向架總成，以下所提及的子系統都被安裝在每個轉向架上。

(1)次懸吊設備：除了上述所提到的部分之外，每個轉向架上包括了兩只垂直減震筒（轉向架搖枕上方左右各一只）和一只橫向減震筒（轉向架搖枕下方），減震筒包含了液壓和機械構造，垂直減震筒用來減低車輛行駛中因軌道和車身

所造成的震動，橫向減震筒主要是將轉向架上的橫向力傳遞到車上，另一個次級橫向力傳遞機構為搖枕上的橡膠止擋。行走輪的胎壓同時也提供了額外的車輛減震功能。



圖 2.4-64 垂直減震筒



圖 2.4-65 橫向減震筒及橫向橡膠止擋

(2)車體與轉向架間牽引控制連桿:共計有三只牽引控制連桿，兩只上部連桿用來聯結車體與搖枕的相連接位置，以及一只下部連桿，用來連接車軸底部中央的位置與車體，這三只連桿主要作為轉向架上的牽引和煞車制動的反向動力傳送到車體上。牽引扭力距是透過安裝於車底盤上的推進馬達輸出動

力經由傳動軸傳送到車軸軸上。



圖 2.4-66 上部連桿

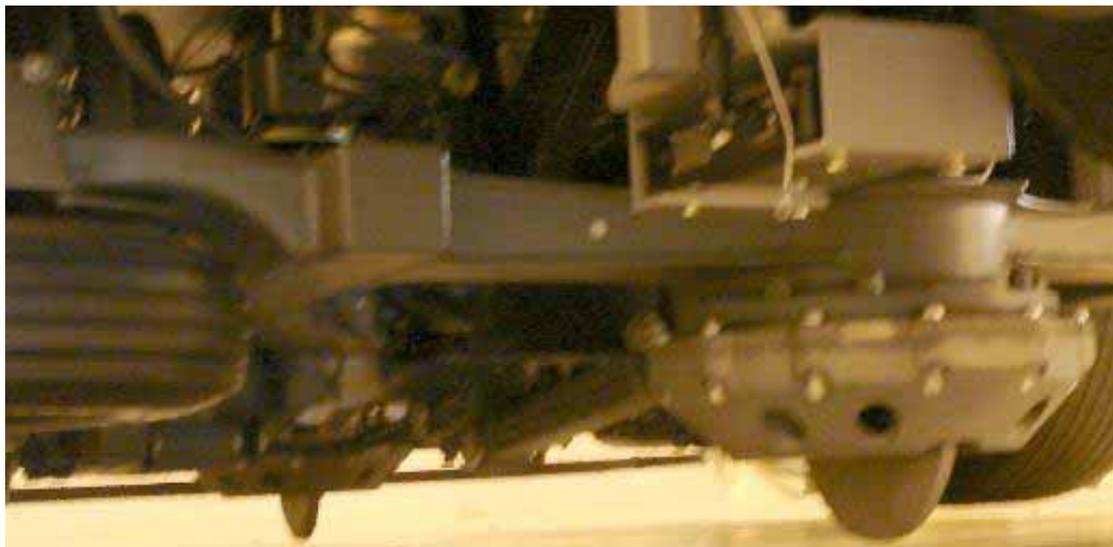


圖 2.4-67 下部連桿



圖 2.4-68 傳動軸

(3)轉向導引:透過承樑環型軸承使得轉向架上的車軸和導引輪結構得以獨立旋轉。



圖 2.4-69 承樑環型軸承

四只導引輪的結構與行駛軌道路面或導引軌（第三軌）平行用來確保轉向架確實持續在導軌的限制範圍內運行。每個轉向架結構下方前後各安裝一具轉轍輪，用來確保轉向架在轉轍區域能夠依循轉轍器所導引的方向行駛。



圖 2.4-70 導引輪與轉轍輪

(4)兩組獨立的磨擦煞車系統:每個車軸上，左右兩側各有一個煞車碟片，煞車制動力可同時供應給正常煞車系統和緊急煞車迴路，但緊急煞車的彈簧煞車是完全獨立於正常煞車系統之外。煞車系統在操作上正常煞車與緊急煞車再同一時間為同時作動相同的煞車力，但在緊急煞車時並非逐步增加煞車力。每一端正常煞車是由於煞車控制盤上所控制的氣壓煞車訊號送到正常煞車增壓缸，正常煞車增壓缸產生相對應的液壓煞車力直接傳送到煞車卡鉗。



2.4-71 正常煞車增壓缸

正常煞車力的總合是依據來自列車控制系統所給予的命令，列車控制系統所發出的煞車命令係依照正常煞車與電力煞車合併所負擔的煞車力來提供煞車命令的需求。7 號設備隔箱內列車控制系統 VCU 負責確認正常煞車和電力煞車結合所需提供的煞車力需求，正常煞車的控制命令給予 3 號設備隔箱內的 AX-520H 煞車 MITRAC 模組，AX-520H 煞車 MITRAC 模組根據煞車命令傳送類比訊號，由 AX-520H MITRAC 送出煞車命令再給予比例氣壓閥（PAV）進行正常煞車動作。



圖 2.4-72 在 7 號設備隔箱內 Gateway 總成與 VCU 控制板之相關位置



圖 2.4-73 AX-520H MITRAC 模組

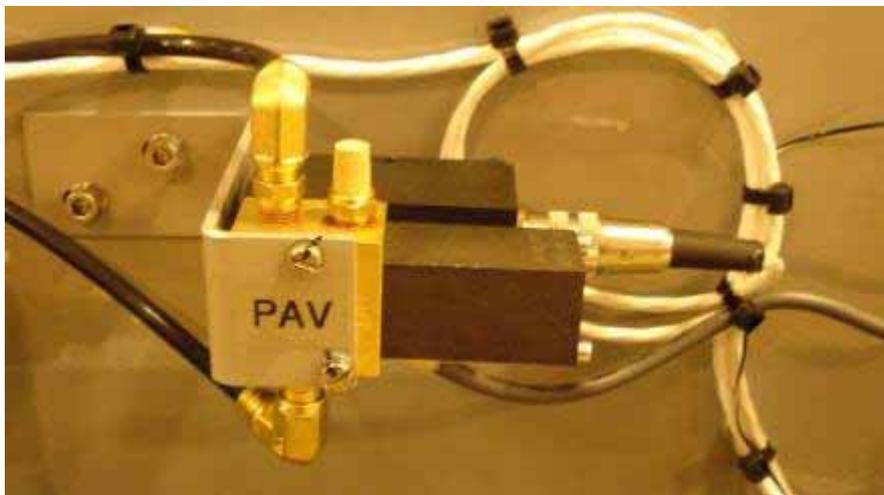


圖 2.4-74 比例氣壓閥 (PAV)

緊急煞車是由緊急煞車列車線 TL06-4 和 TL03-4 傳送緊急煞車命令激磁 BIR 繼電器經由 F33 與 F34 和 F36 與 F37 送出緊急煞車命令給予電磁閥 SV-FS1 及 SV-FS2 電磁閥達成煞車氣壓管線上的氣壓供應給緊急煞車增壓器提供液壓壓力給煞車卡鉗來釋放煞車，當緊急煞車列車線命令被消磁時，輸往緊急煞車增壓器

的氣壓被迅速排放到大氣造成緊急煞車動作。緊急煞車同時使用於駐車煞車功能。



圖 2.4-75 BIR 繼電器

集電靴和偵障桿設備同樣也安裝於轉向架上，偵障桿用來偵測行駛軌道面及軌道上的外來障礙物，當偵測到障礙物時則導致觸發緊急煞車作動。



圖 2.4-76 偵障設備

2.4.1.9 車內設備

車內設備包含列車控制設備、設備線路、車門相關設備、頂置式照明設備、偵煙器、滅火器、氣壓分配設備，及其他雜項設備均收藏在收藏在車內座椅設備隔箱內、車內襯飾板內、以及車廂頂棚內，以及安裝在車廂內的立柱、扶手。

(1) 座椅和設備隔箱

十張座椅（每張座椅可提共兩位乘客乘坐）分別沿著車廂兩側側牆安裝，面

向手動駕駛控制台（AX 或 BY）自右手邊行走輪輪拱上方算起為第一張，兩車門框之間分別為第二、三、四張座椅，另一端行走輪輪拱上方為第五張座椅，第五張座椅相對應邊為第六張座椅，另一側兩車門框之間分別為第七、八、九張座椅，手動駕駛控制台左手邊則為第十張座椅（設備隔箱號碼命名編排方式與座椅編排方式相同），其中設置於行走輪輪拱上方的四張座椅均被設為博愛座座椅，其他設置於兩側車門框之間的六張座椅均被設為一般乘客座椅。

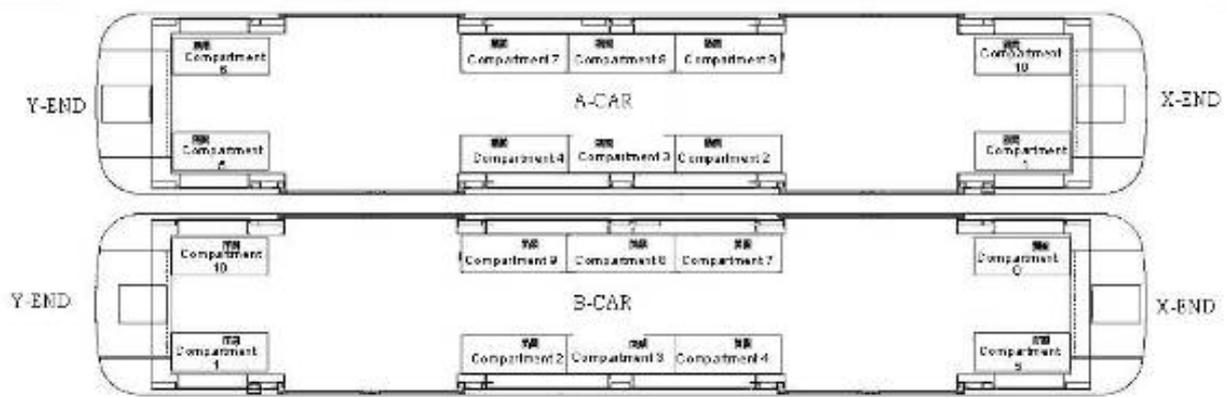


圖 2.4-77 座椅設備隔箱位置圖

車內所有設備均被設置在車端及座椅下方的隔箱內，設備隔箱內以標準框架與玻璃纖維板結合加以鋁合金自由固鎖構件，外部以玻璃纖維平板或座椅造型玻璃纖維板作為設備隔箱蓋板鎖住，以防止未經許可下被開啓設備隔箱內所收納的設備如後續說明

A、B Car 設備隔箱第 1、5、6、10 號下方均設有平位閥連桿及平位閥，配合乘客數量多寡來保持車身一定的高度。

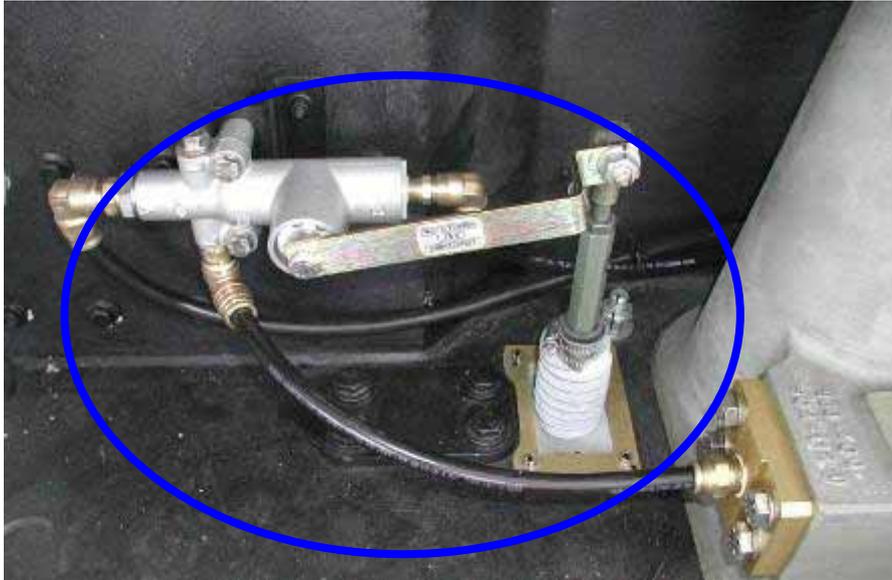


圖 2.4-78 平位閥連桿及平位閥

A、B Car 設備隔箱 2 下方僅 A Car 設有車輛 MDR 四路射頻(RF)無線電訊號切換總成，自動選擇四個 MDR 天線中訊號接收強度最佳的天線。



圖 2.4-79 設備隔箱 2

A、B Car 設備隔箱 3 下方均設有煞車繼電器總成，包括不同的 MITRAC 作為不同的煞車訊號輸出及輸入處理，及母線連接器 BC2 (Bus Coupler 2) 和緊急煞車激磁電驛 BIR 用來釋放彈簧煞車。

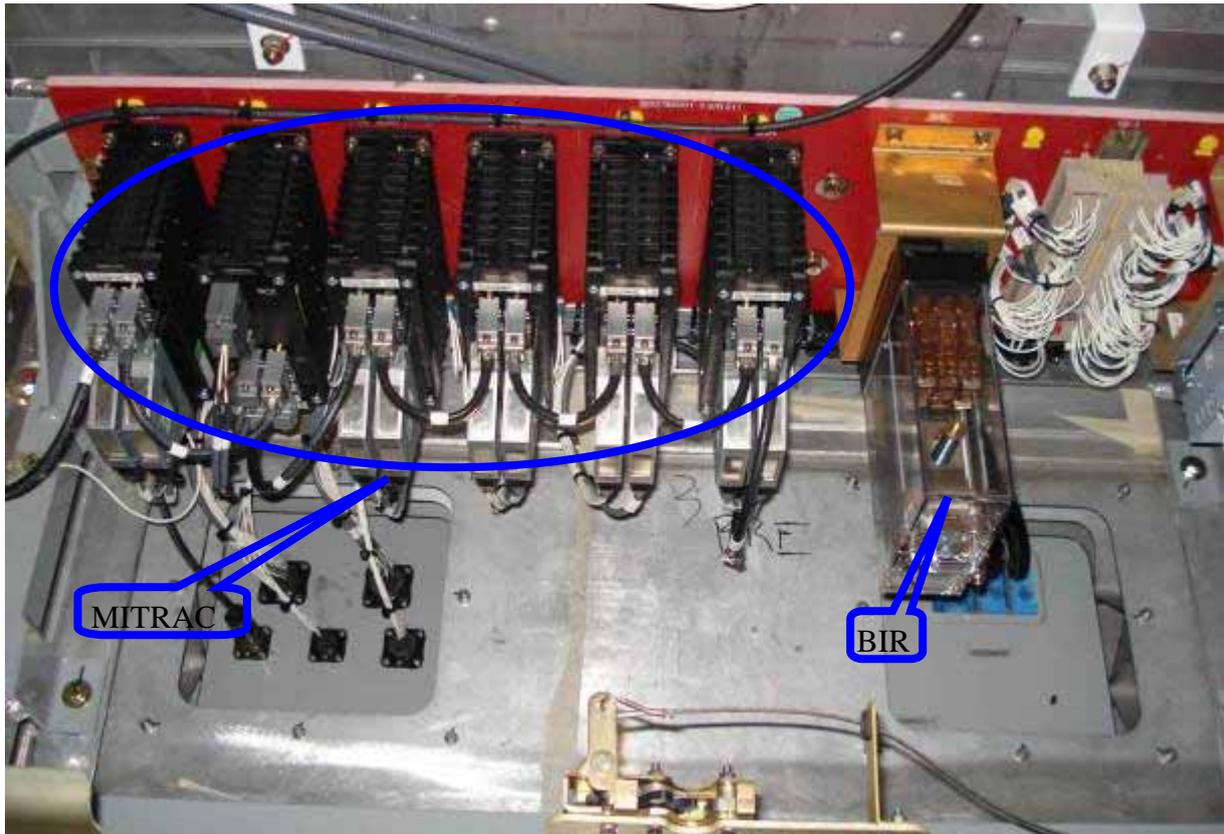


圖 2.4-80 設備隔箱 3 上視圖



圖 2.4-81 設備隔箱 3 前端視圖

A、B Car 設備隔箱 4 下方僅 A Car 設有車載通訊控制單元 OBCC（本單元由台灣神通電腦公司設計製作及安裝）。

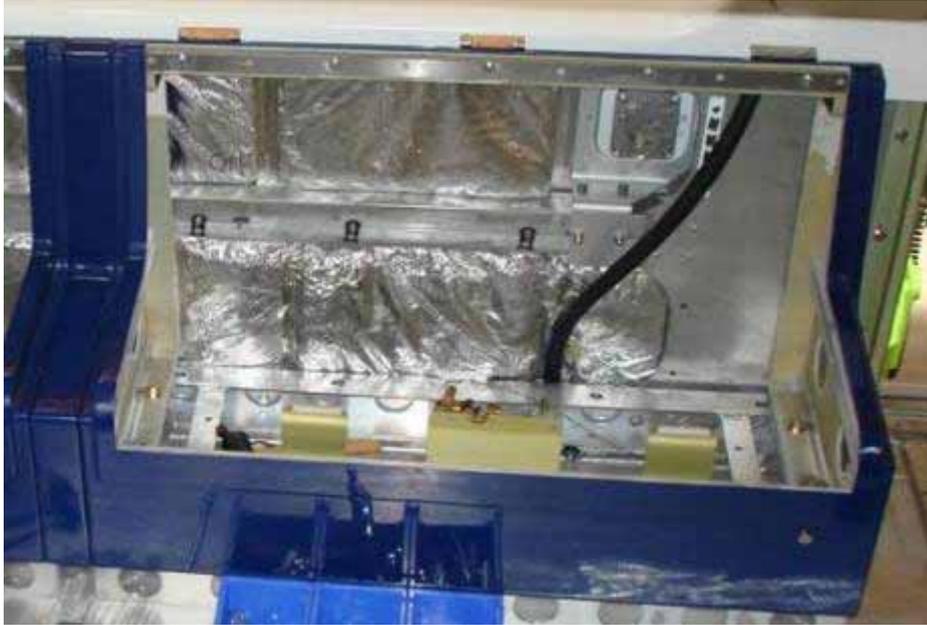


圖 2.4-82 設備隔箱 4

A、B Car 設備隔箱 7 下方 A、B Car 均設有列車通訊總成，包含了 Gateway 模組、通訊控制器 COMC、多工能車輛序列訊號耦合器 MVB、MITRAC DXL100H 數位輸入/輸出模組、胎壓監測系統 TAIRTRAIN 接收器 FTP、低壓電力分配控制盤 LVDP 它包含了 24 伏特直流 110 伏特交流電源。



圖 2.4-83 設備隔箱 7

A、B Car 設備隔箱 8 下方 A、B Car 均設有列車通訊總成和許多電路板線路接頭連接器與負載繼電器。

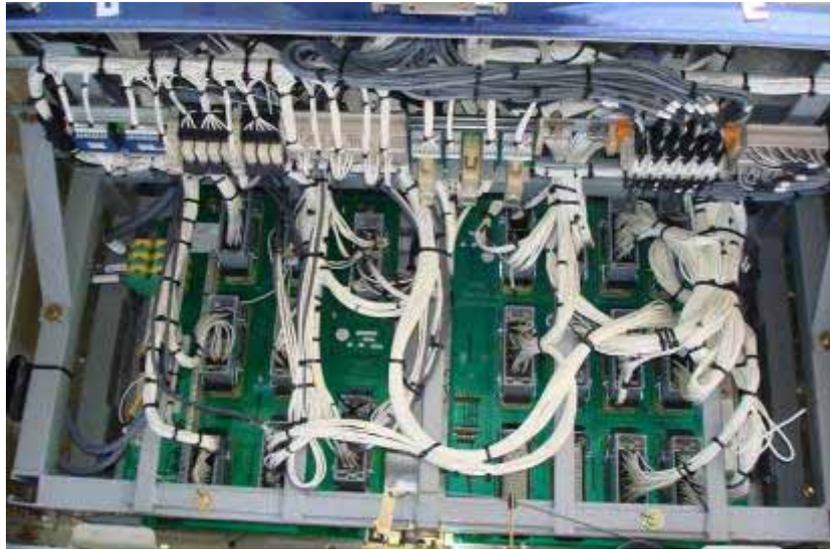


圖 2.4-84 設備隔箱 8

A、B Car 設備隔箱 9 下方僅 A、CAR 設有 VATC 設備包含 ATC 機架 (ATC Cradle)、繼電器邏輯機架，包含各種不同的控制顯示幕及個繼電器、維生繼電器 Vital Relay(AVR)，當 ATP 頻道 1 頻道 2 運作時當 AVR 繼電器被激磁時，車輛便成爲可被操作運轉的狀態，以及風扇冷卻設備。



圖 2.4-85 設備隔箱 9

2.4.1.10 車門設備

每節車廂有四個車門每個車門為 1905mm (75inch) 高，2134mm (84inch) 寬，每個門框設有車內緊急解鎖把手 IMR，一個車外手動解鎖機構 EMR，一組內部機組開關 ICS，及車門開啓指示燈 DOL，每個車門附屬機構為獨立配屬在每個車門不受其他車門所影響。

車內紅色手動解鎖把手 IMR 設在門框邊（靠近第 2、4、7、9 號設備隔箱上方），IMR 後方透過固鎖方式固定於蓋板上。IMR 包含一個閉鎖電磁閥，用來防止車門操作總成未經授權而被人工解鎖，如果車門操作總成未經授權而被人工解鎖開啓時則不提供安全訊息的出現。IMR 允許乘客在未被車輛閉鎖的情況下開啓。



圖 2.4-86 IMR 外觀



圖 2.4-87 IMR 內部

內部機組開關 ICS 被設置在車內車門框門柱的右上方車門控制盤，後方透過固鎖方式固定於蓋板上，並允許維修人員進行旁通強制自動車門操作。內部機組開關 ICS 鑰匙開關功能說明如下：



圖 2.4-88 ON-正常位置

ON-正常位置：車門為自動操作狀態，鑰匙可被取走。



圖 2.4-89 OFF-切斷電源

OFF-切斷電源：隔離通往車門開關控制盤電源，防止自動模式下運轉，鑰匙可被取走。



圖 2.4-89 BY PASS 模式

BY PASS：防止車門在自動模式下運轉，並旁通車門閉鎖，鑰匙不可被取走。



圖 2.4-90 手動強制模式

手動強制：使用在車門測試，故障查修旁通車門閉鎖，鑰匙不可被取走。

車門開啓指示燈安裝於車門框上方中心線位置，車門開啓時亮起，車門關閉時熄滅。

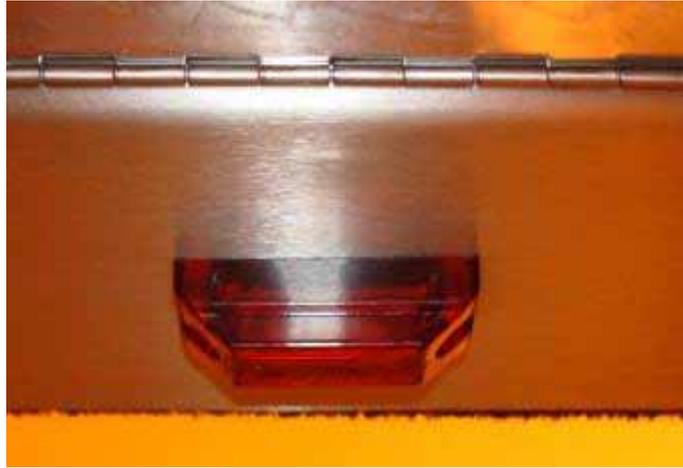


圖 2.4-92 車門開啓指示燈

每個車門控制盤 DCP (Door Control Panel) 安裝在車內靠近車門框 (博愛座側邊上方) DCP 為通過一個固鎖方式固定於蓋板內, DCP 包含車門控制單元 DCU (Door Control Unit), 維生主電源啓動繼電器 KPE 和一組端子座。DCU 是一個基礎微處理器單元, 它控制車門動作以及檢查車門障礙物功能。KPE 繼電器車門能夠自動解鎖和開啓, 當 KPE 被主電源列車線索激磁時 KPE 被 ATP 所控制。



圖 2.4-93 車門控制盤 DCP

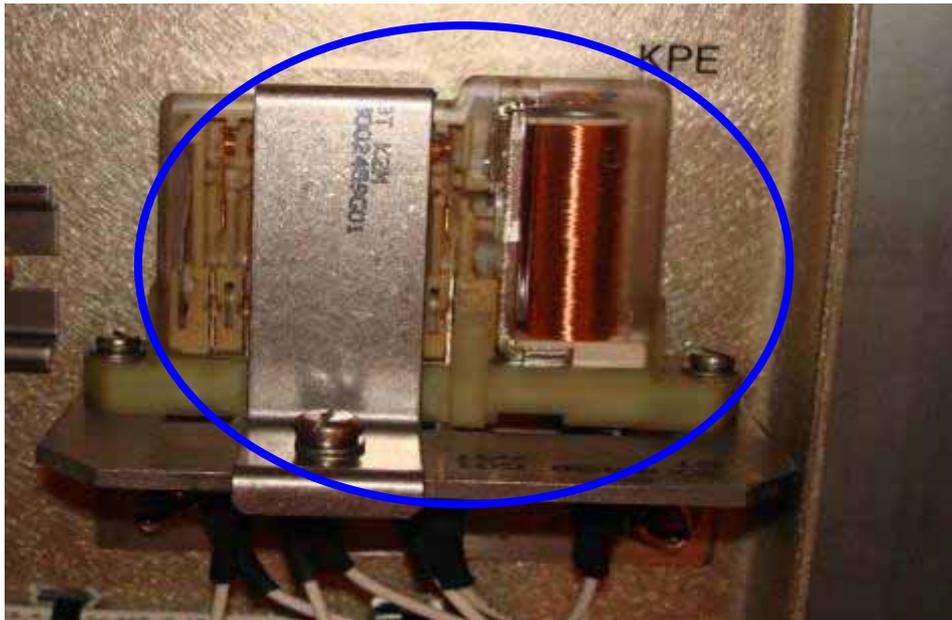


圖 2.4-94 車門控制盤內 KPE 繼電器

2.4.1.11 車載通訊系統（OBCS）

車載通訊系統包括下列子系統

(1)公眾廣播 PA

公眾廣播系統被用來作為來自行控中心的即時無線廣播和 VATC 所啓動的預路廣播。公眾廣播擴音器安裝在車內門柱飾板上方，喇叭被設在金屬網狀洞洞板內側，PA 面板被安裝在與動態路線顯示看板相同一側。



圖 2.4-95 公眾廣播喇叭

(2)緊急對講機

兩具緊急對講機，分別安裝在每節車廂 XR YL 位置，緊急對講機允許乘

客加入與行控中心控制員交談，當乘客加入與行控中心控制員交談的同時，車上 CCTV 攝影機同時將及時影像經 CCTV 傳回行控中心顯示幕。

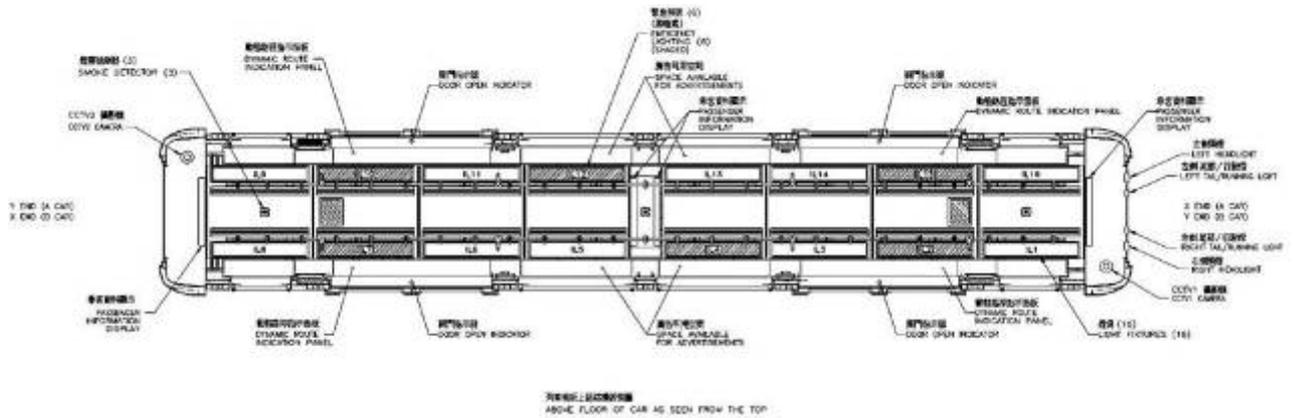


圖 2.4-96 緊急對講機

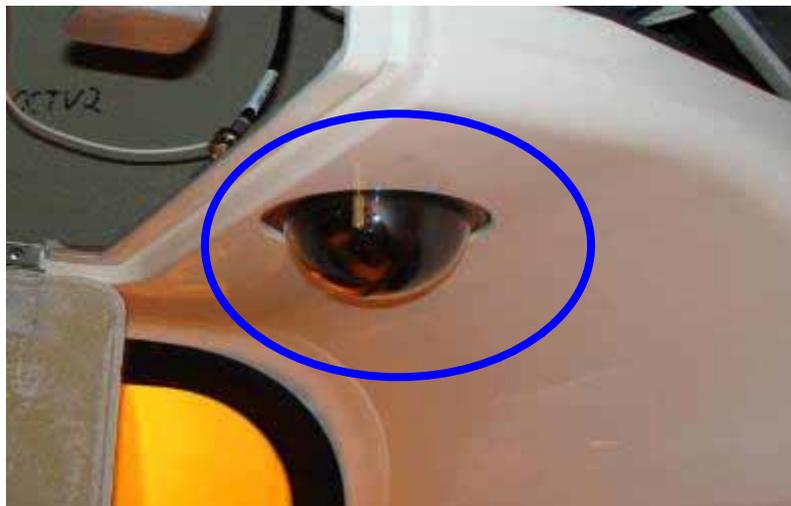


圖 2.4-97 車上 CCTV 攝影機

(3)服務對講機

每節車廂駕控台設有服務對講機，此對講機允許列車駕駛員手動駕駛模式下可經由駕控台上切換開關在與行控中心聯絡，或對車內旅客進行廣播。



圖 2.4-98 服務對講機



圖 2.4-99 對講機與車內廣播切換開關

(4)乘客資訊顯示器 PID

每個車廂設有四個乘客資訊顯示器，裝設位置分別在車內兩端設備隔箱上方頂棚位置各一個，以及中央頂棚位置設置兩個乘客資訊顯示器 PID，每個 PID 為自動控制方式顯示，可顯示 11 個中文字元以及任意的中英文組合方式顯示，紅色高亮度點矩陣顯示格柵可確保車內任何位置均可清楚看見。

(5)CCTV 攝影機

每一節車廂內在前後兩端車端內襯飾板上方（前後兩端乘客資訊顯示器右邊）均設有 CCTV 攝影機，將車廂內全部景物傳送回行控中心。

2.4.1.12 車內照明

每一車輛共有 16 個相同的燈光支具，每棧燈具內安裝一只日光燈管，透過透明聚碳酸酯材質蓋板將光線發散投射到車箱內。

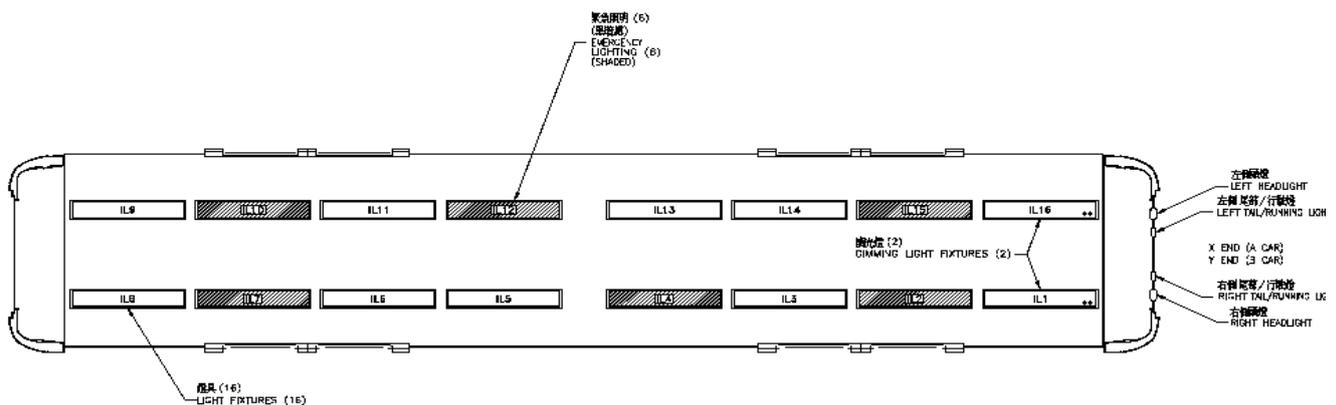


圖 2.4-100 車內照明

2.4.2 推進系統

每節車箱的推進設備由兩個推進換流器、輔助設備與電池充電器構成機箱總成（MITRAC TC 540AU），設計強調容易維修及增加設備可能性，並依換流器之數量來命名，簡稱 PLT（Propulsion Level Two）。

製造商為龐巴迪公司在美國匹茲堡分公司推進系統工廠，涵蓋設備包含主要與輔助換流器、電池充電器、主線路充電單元，絕緣閘流雙極電晶體（IGBTs）轉換電壓範圍為 450v-925v(最大電壓：三相 240v 直流電、頻率 60Hz)，電池充電器轉換 27.6v 直流電，電容器放電時間最少 5 分鐘。



圖 2.4-101 PLT 結構位置圖

2.4.2.1 機箱 (MITRAC TC540 AU)

機箱總成之設計強調增加設備的可能性及便於容易維修。內有電池充電器、輔助配電盤、兩個推進換流器系統與輔助換流器系統。下列為機箱設備組成：

兩個直流推進接頭、兩個線路充電接頭、兩個推進換流器 CM-H 750 A12 模組(HITRAM)、輔助接頭、直流線路電抗器、空心電抗器、輔助換流器 CM-H 750 A4 模組(HITRAM)、輔助換流器輸出失真濾波器、電路斷路器面板、兩個鼓風馬達啓動裝置、兩個鼓風機總成及兩個繼電器面板。直流線路電抗器及輔助換流器輸出電壓器分別固定於車廂下方。



圖 2.4-102 直流線路電抗器



電瓶箱

推進換流器

輔助換流器

輔助換流器配電盤

圖 2.4-103 設備位置圖（內部表面）

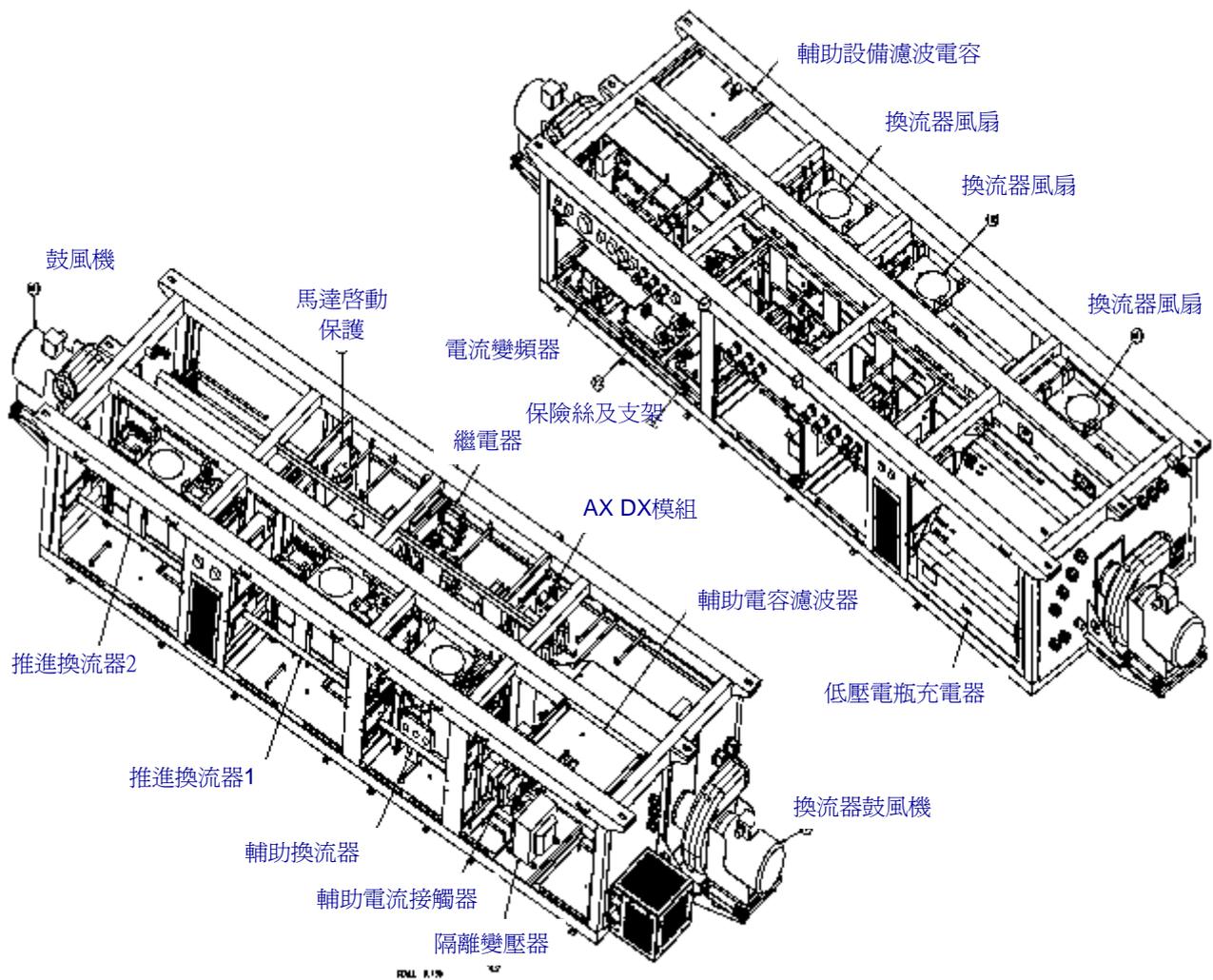


圖 2.4-104 PLT 機箱外部表面設備圖

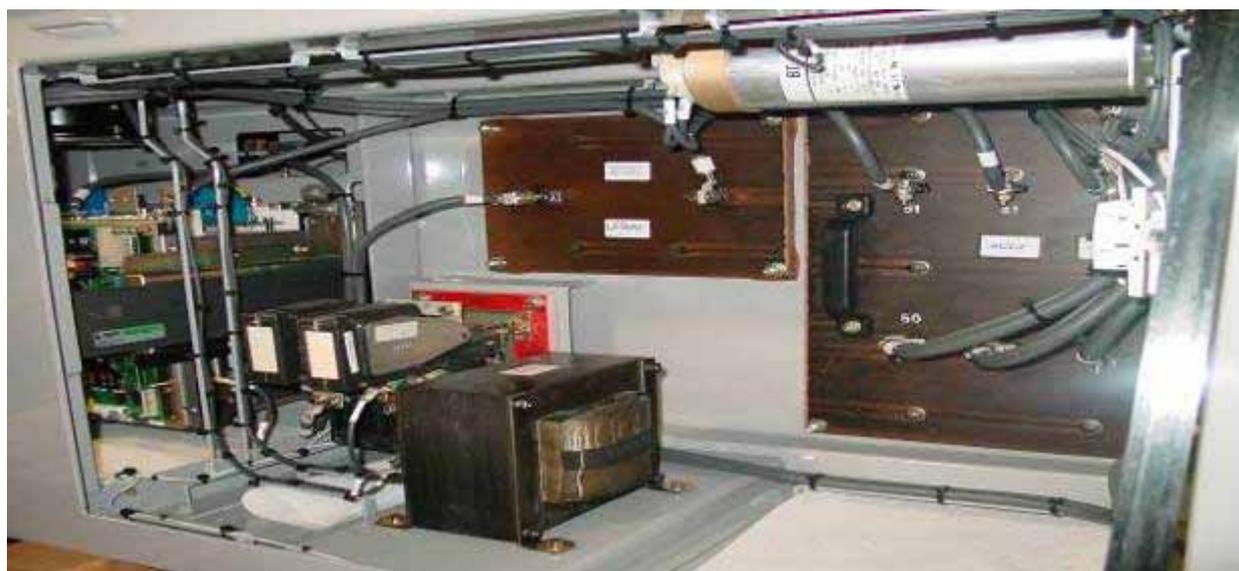


圖 2.4-105 隔離變壓器



圖 2.4-106 電抗器

繼電器面板總成，包括接點線圈控制之固態繼電器、列車繼電器及電池。

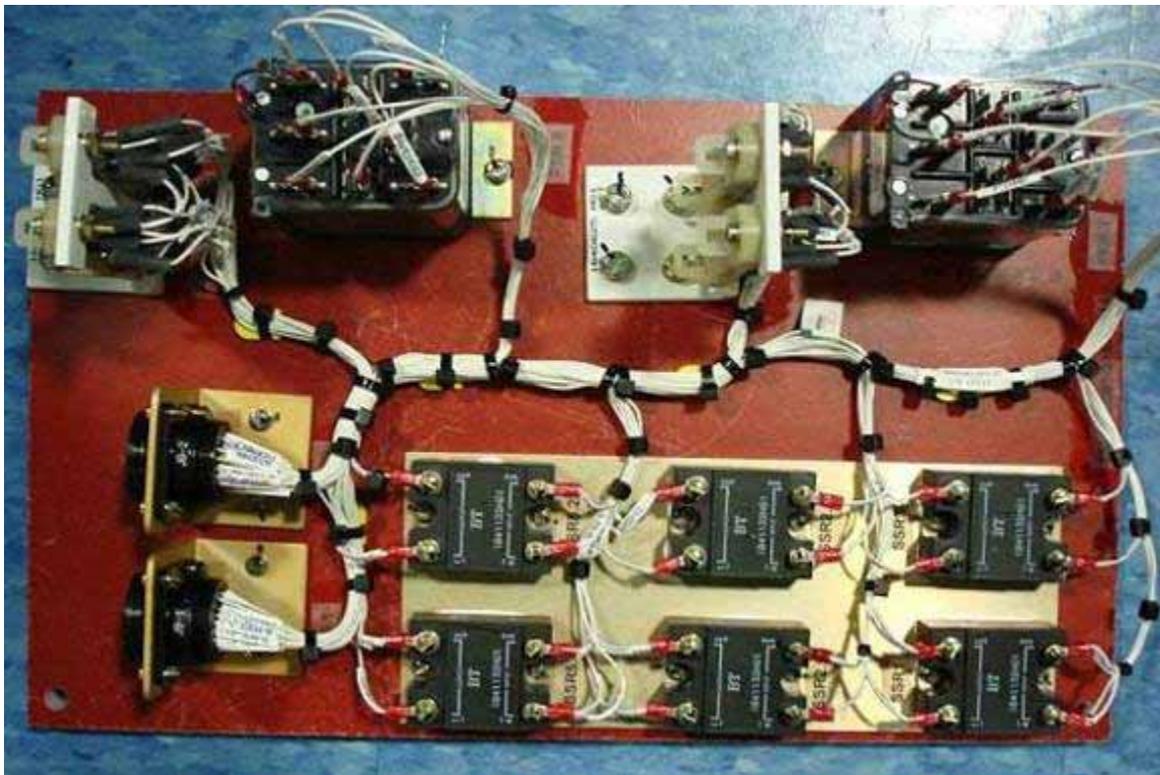


圖 2.4-107 繼電器面板總成

2.4.2.2 馬達

每車有兩個交流驅動馬達和迫冷式馬達(推進系統)換流器。交流電牽引馬達(分別被安裝於列車底盤 X 端及 Y 端轉向架的驅動軸上)，每個馬達 1760 轉速 (rpm) 下額定為 160 匹馬力 (HP)。設備編號 1512A 交流推進馬達製造於美國俄亥俄州克利夫蘭 Swiger Coil Systems 公司，馬達規格為交流 328V/60Hz/160HP，操作電流 288 牽引馬達為 1 個 4 極感應馬達，有模繞定子線圈及 1 個銅線鼠，馬達的型式編號為 1512A。牽引馬達的基本設籠式轉子計，目前已於匹茲堡、波士頓、洛杉磯及多倫多等專案中具營運驗證實績。

牽引交流馬達規格：千瓦特 KiloWatt- 118 伏特 Volts - 328 安培 Amps - 288 赫茲 Hz - 60 每分鐘轉速 Rpm 1761。



圖 2.4-108 牽引馬達

2.4.2.3 鼓風機馬達

鼓風機馬達主要功能，可藉由氣流冷卻，限制 PLT 機箱內溫度，並由輔助換流器 CM-H750 模組提供 380 伏特交流 3 相電力。該鼓風機馬達為 TEFC (全密封風扇冷卻) 外殼，馬達兩端以滾珠軸承(ballbearings)密封。該軸承有 L10 壽命等級，相當於 52,000 小時的鼓風機操作壽命。



圖 2.4-109 鼓風機馬達

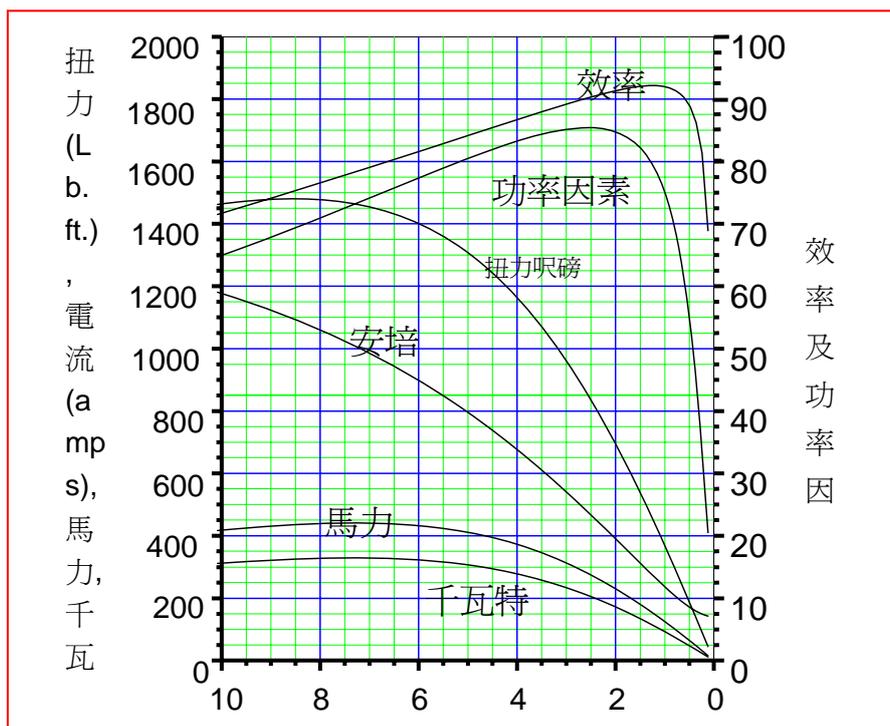


圖 2.4-116 牽引馬達(交流驅動馬達 12A 型 328 伏特，60 赫茲)的曲線特性

2.4.2.4 保險絲

每個推進換流器都受到推進換流器機箱內保險絲的保護，保險絲將在推進換流器模組、牽引馬達或連接電纜內發生接地短路情況時發揮保護換流器之功用。



圖 2.4-117 保險絲為熔接型式

2.4.2.5 電瓶

安裝於 B 車之車輛底部 (A 車並無電池)，其電力自同一雙節車組之 B 車。每一車輛皆安裝充電器提供低壓負載並對電池充電。同一雙之兩個充電器以並聯連接以互為備援。一電池含有 19 個單元安裝於不銹鋼機箱。電池箱置於 B 車底上。兩組充電器間之負載互享藉由可調整式配電裝置及車廂間電纜電阻而達成。電池箱安裝於 B 車底。電池箱由一包含單元之較大機箱及另一較小包含電池電路切斷器與電力電纜套與連接器之較小機箱所組成。

2.4.5.6 數位模組

DX & DI 模組面板總成包含 1 個 MVB 與車輛控制單元 (VCU) 界面的離散輸入/輸出模組，該模組從鼓風機馬達啟動器、電路斷路器及繼電器接收狀態訊息並透過 MVB 傳送到 VCU。



圖 2.4-112 換流器的數位模組

2.4.2.7 電容濾波器

推進換流器模組內有 6 個並聯濾波電容器。模組內有 6 個薄膜電容器，每個額定為 450 微法拉第、900 伏特直流，其總電容為 2700 微法拉第。當線路接點開啓時，OVP 電路會使電容濾波器放電；如換流器發生嚴重故障時，導致 OVP 電路無法使電容濾波器放電，則有 1 個 47-k 歐姆洩放電阻器與薄膜電容器並聯，於 6.3 分鐘內將電容濾波器放電至 50 伏特。因此，即使 OVP 電路故障，仍可讓電容濾波器放電。

2.4.2.8 電瓶充電器

每節車廂皆配備有一組電池充電器以供應低壓負載以及將電池充電。雙節車組的兩組電瓶充電器並聯，作備援之用。藉由可調整之特性及車廂之間有助於分擔負載。電瓶充電器為一獨立裝置，安裝在推進機箱內的線上可換件。推進風扇產生之氣流可冷卻電池散熱器。打開充電器蓋板後，便可進入電池充電器。電瓶

充電器裝在滑動件上，以便從機箱中移除。電瓶充電器的卸除操作與推進及輔助模組的卸除相似。

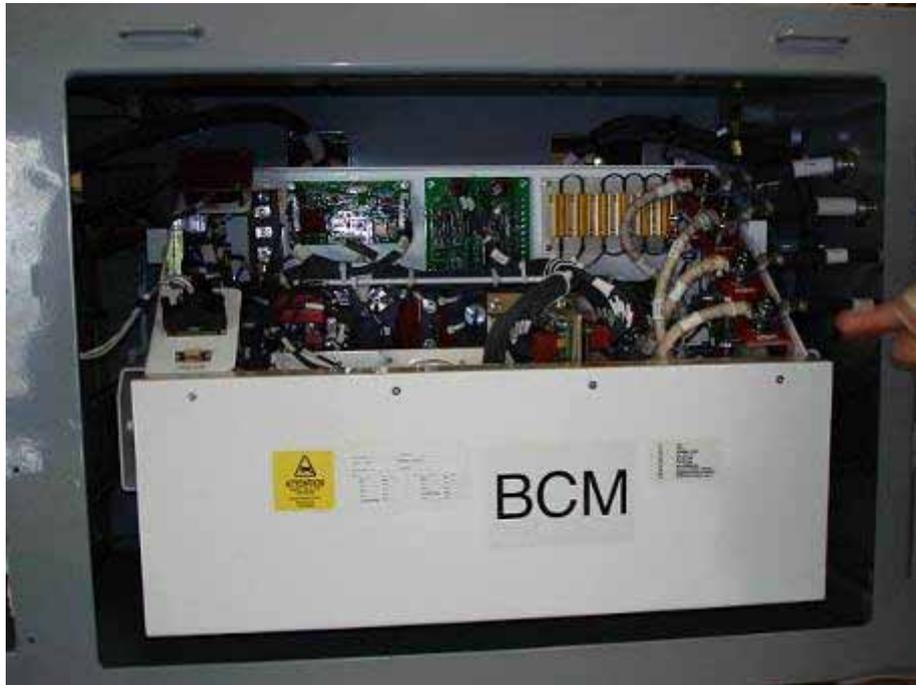


圖 2.4-113 電瓶充電器

2.4.2.9 直流推進接點

直流推進接點總成的功能在連接或切斷來自推進系統的線路電壓，其線圈操作電壓在 16 到 32VDC 之間。

2.4.2.10 電力設備與功能

主要電力設備包括低壓分配控制盤 (LVPD)、電瓶充電電器、均安裝於 PLT 機箱內，電瓶僅安裝於 B 車底部，每節車廂正集電靴電力，透過閘刀開關（作為電源選擇），連到 PLT 機箱（電瓶充電器、換流器），主要電力區塊包括閘刀開關（電源選擇）及 PLT 機箱的推進換流器均兩組、輔助換流器、輔助輸出濾網及輔助電壓配電組合完成。

軌道 750VDC 電力：經由集電靴、閘刀開關，傳送至 PLT 機箱（正線第三軌運轉模式）。維修廠 750VDC 電力：由高壓臍帶接頭連接 AX 端電源插座上(電源已先由第三軌切至維修廠)，至 PLT 機箱的迴路。

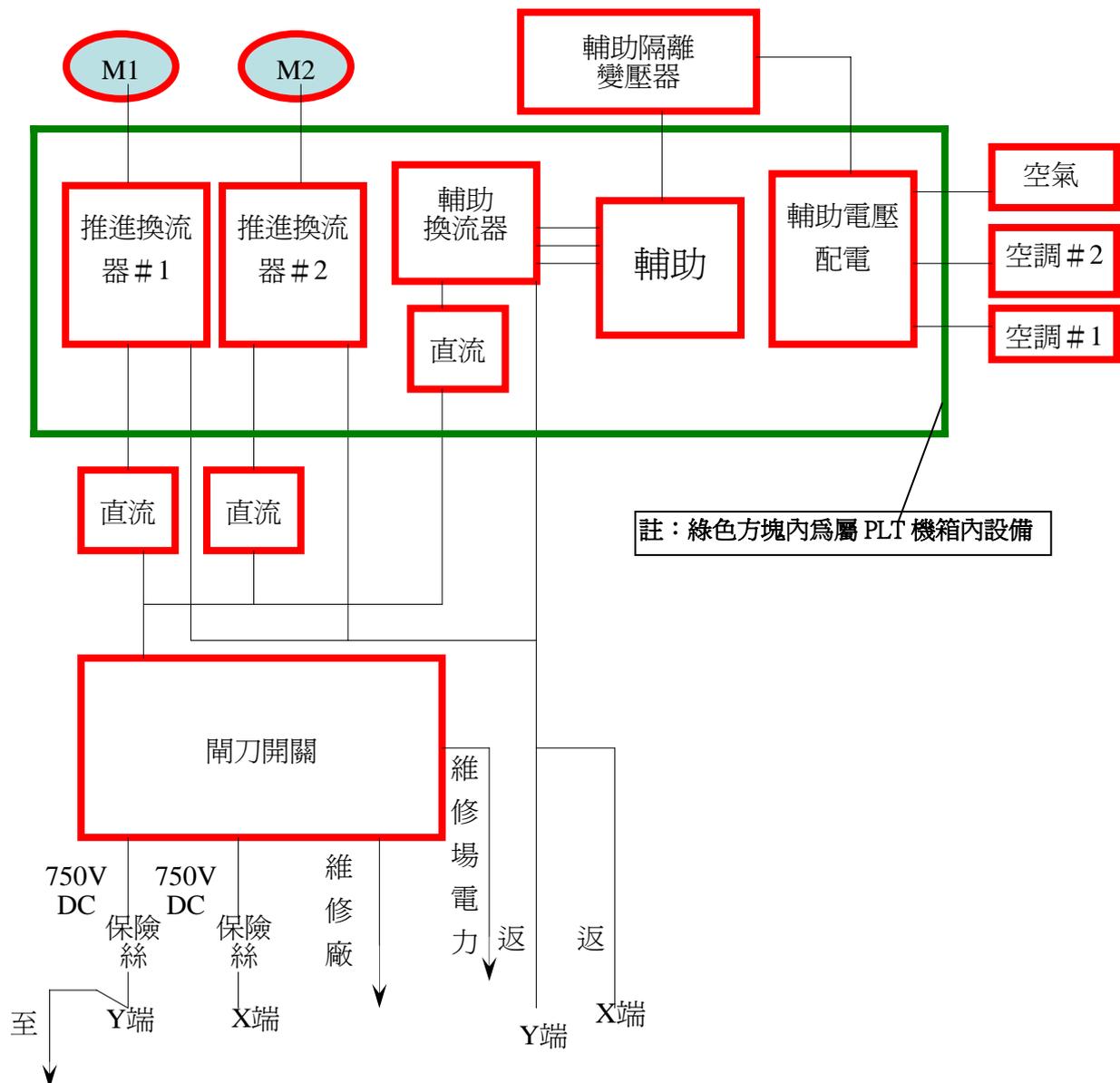


圖 2.4-114 主要電力區塊示意圖

推進子系統是一個電壓、頻率均為可變的交流電驅動系統，當導電軌電壓為額定 750V 直流可進行一般運轉作業（正線第三軌運轉模式）。推進換流器可使導電軌電壓轉換成交流電（最大可達到 240 伏特三相 60 赫茲交流電力輸出）來驅動馬達，並於輸入端裝有保險絲，以防止故障發生；推進系統與列車緊急線路連鎖，因此當車輛於緊急情況下時，可將連至馬達換流器的輸入接觸器開啓。輔助換流器輸出電力可轉換為 380V 三相 60HZ 交流電力輸出，提供作為換流器鼓風機、空氣壓縮機、空調設備電力及 120V 輸出的車內電器輸出插座。



圖 2.4-115 正電軌集電靴

經由實驗室的控制中心，模擬電聯車的推進換流器設備及利用直流電動機作為負載，進行電聯車推進控制與訊號量測，透過電腦設備收集運轉資料進行分析。(此功能強大且建設經費龐大，屬實驗級設備)。



圖 2.4-116 馬達測試



圖 2.4-117 PLT 測試

2.4.2.12 機箱氣流路徑

吸入機箱外部空氣，經過換流器散熱槽吹入馬達，讓溫度冷卻維持限制溫度內，經由驅動端外殼從承軸尾端排出，路徑如下：

- (1)路徑一：換流器鼓風機經由推進換流器散熱槽、輔助換流器散熱槽、電抗器將車輛下方周圍空氣吸入機箱內的通風管，空氣經過牽引馬達排入車輛通風管。
- (2)路徑二：另一路徑換流器鼓風機也將車輛下方周圍空氣吸入機箱內的通風管，分成兩條平行氣流路徑，其中一條將經過換流器散熱氣吸入機箱內的通風管，分成兩條平行氣流路徑，其中一條將經過換流器散熱槽，另一條則經過電池充電器散熱槽，最後均於鼓風機進氣口會合，並經過其它牽引馬達排入車輛通風管。

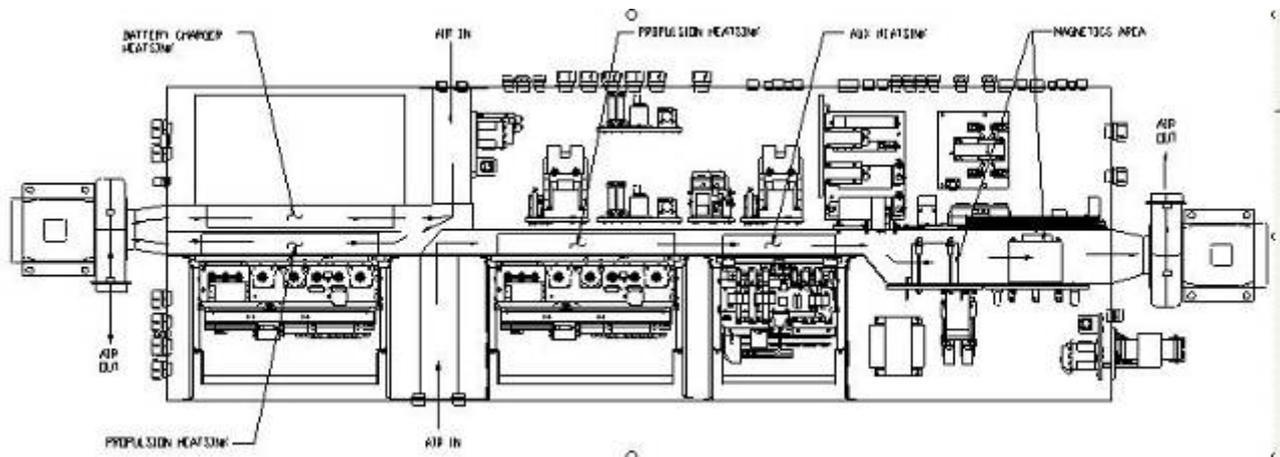


圖 2.4-118 PLT 機箱內氣流路徑

2.4.2.13 推進換流器

換流器機箱內有 HITRAM 推進換流器模組、充電及線路接頭，控制邏輯板則直接固定於推進模組上，推進線路濾波器由整合入推進換流器模組的薄膜電容器組成，直流線路電抗器則安裝於機箱外。



圖 2.4-119 車底 PLT 機箱內的推進換流器



圖 2.4-120 機箱外的直流線路電抗器

推進換流器有兩個相同配置的模組，每個模組線路裝置可更換且完全獨立，

電抗器及電容濾波器構成輸入 LC 濾波器。模組內有三相換流器、直流薄膜電容器、過壓保護電路，主要切換裝置為一 IGBT 電晶體與反向二極體。雙極電晶體係裝於獨立模組內，共有 6 個 IGBT 二極體及 1 個過壓保護模組。



圖 2.4-121 推進換流器模組實體圖

MITRAC 推進換流器模組主要目的，可將直流電源調變成可變電壓及頻率，交流電壓必須藉由交流驅動推進系統，絕緣的閘雙極電晶體（IGBTs）為核心，且由脈衝寬度調變(PWM)技術產生，經由驅動控制單元（DCU/M）。換流器將線路電壓從初始電源轉換成 3 相變壓變頻電源，並提供交流牽引馬達所需電力。此輸出電壓所使用的頻率及輸出電壓大小取決於馬達轉速、所需之馬達扭力大小以及操作模式（動力或煞車）。換流器控制處理器(Mitrac DCU)則負責計算所需之頻率與電壓值，並對換流器固態開關裝置(solid-state switching devices)發出”開”或”關”的狀態指令。藉由切換 3 相換流器 IGBT's，使直流電壓轉換成 3 相交流電壓，並利用產生馬達平滑電流及扭力的脈衝寬度調變技術（PWM）以及 IGBT's 來完成此轉換作業。PWM 調節電壓同時亦藉由 IGBT 開關模式來控制電壓頻率。藉由每一線圈轉到直流供應電壓的時間比對每一線圈以 IGBT's 轉到接地的時間比來控制馬達線圈的有效電壓，其最終控制開關模式則產生馬達電流及扭力。

2.4.2.14 煞車與過電壓保護

混合煞車(摩擦煞車與動力煞車混合使用)被使用在高速(大約 80KM/HR)，當電子煞車衰退，不能提供整體與低速總量。電子煞車一開始衰退大約每小時在 8 英哩，到最後每小時在 2 英哩完全停止。在電力(動態)煞車期間，馬達扮演一個產生器及換向器製成的輸出電流量。當電流能夠在流量回復之前進入煞車再生路線之內(這路線能夠被接受)。推進煞車電阻，可將使用於所有煞車被重新再生時，若不能有再生功能時，換流器煞車作用會關閉，由摩擦煞車替代執行煞車功能。如果連結電壓範圍達到 925 伏特直流電壓，換流器的位置順利進展以及摩擦煞車將發揮實用性。假使部份路線能接納這組合，電力及摩擦煞車(混合煞車)是被使用的。



圖 2.4-122 煞車與過電壓保護設備

如果連結電壓超過 925 伏特直流電，過電壓電路是打開。這過電壓保護(OVP)電路包括一個 IGBT/二極體、飛輪二極體(額定均為 1700 伏特/800 安培)與過電壓電阻 OVR (1.88 歐姆)。這電路操作像截波器一樣，當 IGBT 是打開的，趨於作動 OVR 穿過這線路，如此這連結電壓已超過 925 伏特直流電壓所致。這 IGBT 能適應的操作週期，為一般連結電壓不產生超過 925 伏特直流電。當 IGBT 是關閉時，整流半導體提供路徑，並由 OVR 電路完成。這 OVP 電路使

用濾波電容器，被作為放電電路之用。當列車電力中斷，DCU/M 線路過電壓保護 IGBT，經由 OVR 立即由濾波電容器放電。假使這 OVP 電路是無效的，則電阻器 R11(47K 歐姆)可提供選擇的路徑。換流器的兩條路徑，透過列車通訊與控制模組 (TCC) 之匯流排雙向通訊 (MVB)，經由 DCU/M 監督散熱槽溫度和相位電流。當 DCU/M 偵測故障 (可經由 PTU 測試設備檢測) 時，這相位信號抑制在於關閉換流器及錯誤信號送至車輛控制設備(VCU)，使換流器不能運作，必須直到修復情況恢復正常。



圖 2.4-123 MITRAC 模組上 PTU 設備連接埠

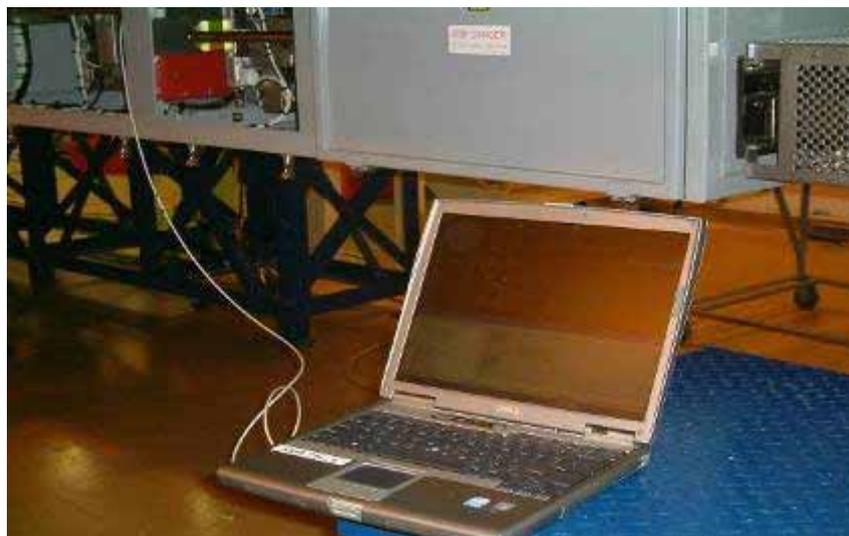


圖 2.4-124 列車推進模組經由 RS232 連接線與電腦 PTU 軟體連線查修列車狀況

2.4.2.15 空轉/打滑控制

車輪偵測將通過轉速測速器檢測車軸速率、速度與車速來完成。空轉和打滑會分別發生於電力操作和煞車之間。當車軸速度達 3.0 m/s/s (3 倍最大加速度) 時，則視為車輪空轉。當偵測到空轉時，推進力將減低，然後慢慢回升至全量需求位準。



圖2.4-125 轉速測速器

爲了不再次造成車輪空轉，推進力將慢慢回升。空轉控制的邏輯控制係位於 VCU 並爲 VCU 軟體之一部分。當車軸減速度達 3.6 m/s/s (3 倍最大減速度) 時，則視為車輪打滑。

當偵測到打滑時，動力煞車將失去作用，而由4個摩擦煞車車碟執行煞車動作。動力煞車將無法作用直到下一次通電後才可執行煞車。當動力煞車因打滑而失去作用時，將發1個信號到控制ATC。車輛打滑控制的邏輯控制係位於 VCU 並爲 VCU 軟體之一部分。

2.4.3 車載自動列車控制設備Vehicle ATC

CITYFLO 650 主要的 OB ATC 相關設備分別放置於設備隔箱 2，設備隔箱 7，設備隔箱 9。

(1)設備隔箱 2:Mobile Data Radio (MDR)移動數據無線電(A-Car Only) 。4 路開關組(A-Car Only) 。

(2)設備隔箱 7:COMC(Communications Controller)通訊控制器(A-Car Only) 。

Gateway 及 VCU(Vehicle Control Unit)車輛控制單元。

(3)設備隔箱 9:ATC Cradle(ATC 框架)(A-Car Only) 。繼電器框架 RLC(Relay Logic Cradle) (A-CAR ONLY) 。AVR(ATC 維生繼電器)(A-CAR ONLY) 。

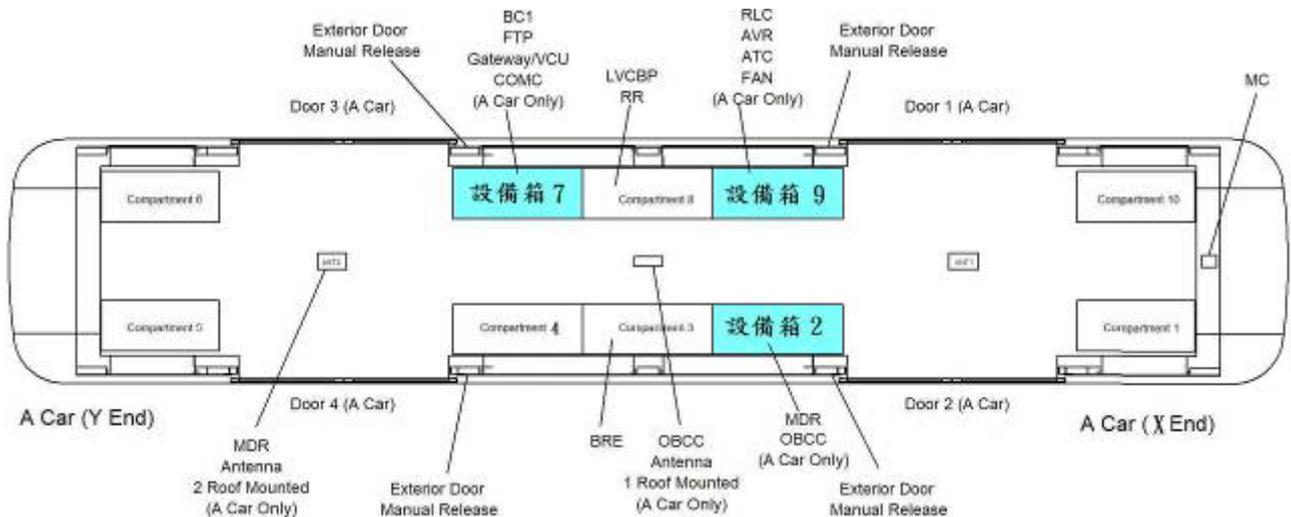


圖 2.4-126 車載自動列車控制設備配置 A-CAR

2.4.3.1 設備隔箱 2 (ON-BOARD ATC)

兩個 CITYFL 650 MDR 天線裝置於車頂上,裝置於 A-CAR。兩個 CITYFL 650 MDR 天線裝置於車底下,裝置於 A-CAR，共 4 個 MDR 天線。



圖 2.4-127 車頂上的 MDR 天線

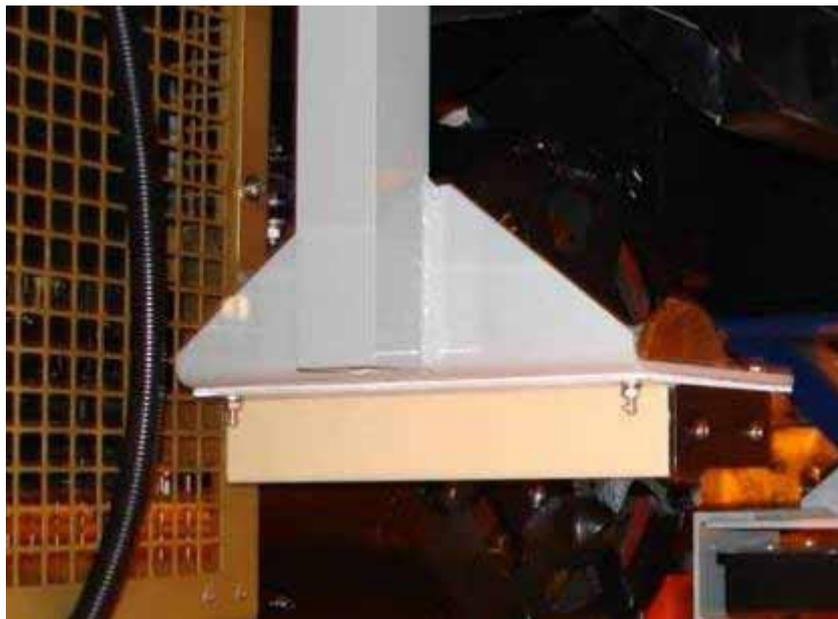


圖 2.4-128 車底下的 MDR 天線

Mobile Data Radio (MDR)移動數據無線電裝置 VATC 系統與道旁設備 (Wayside ATC)系統的資料連結，車底下的 MDR 天線接收道旁設備(Wayside ATC)的洩波電纜所發射訊號，車頂上的 MDR 天線接收側向天線所發射訊號。

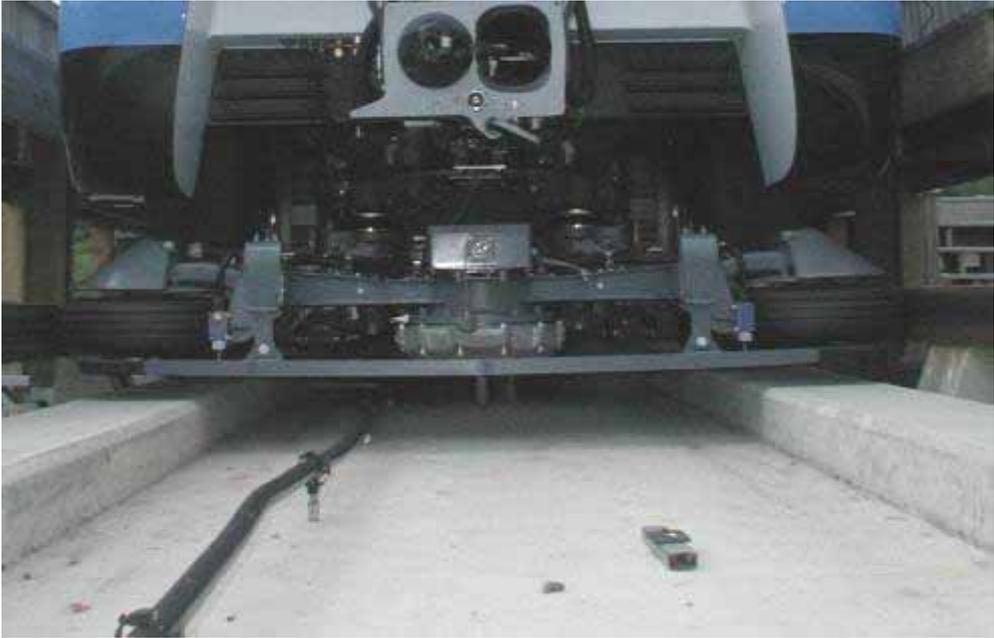


圖 2.4-129 道旁設備洩波電纜



圖 2.4-130 道旁設備之側向天線



圖 2.4-131 Mobile Data Radio (MDR)移動數據無線電及 4 路開關組

MDR 天線選擇		
範圍	道旁設備(WAYSIDE ATC) 天線	車上天線
維修廠區	側向天線	車頂上 MDR 天線
木柵線連結區	側向天線	車頂上 MDR 天線
木柵線連結區外	洩波電纜	車底下 MDR 天線
內湖線	洩波電纜	車底下 MDR 天線

表 2.4-3 不同區域 MDR 天線的訊號接收位置

4 路無線電選擇開關組選擇線由 ATC XA6/7 同步維生驅動組選擇，並由其 ATO 軟體來選擇一個最適合的訊號連接到 MDR 單元。

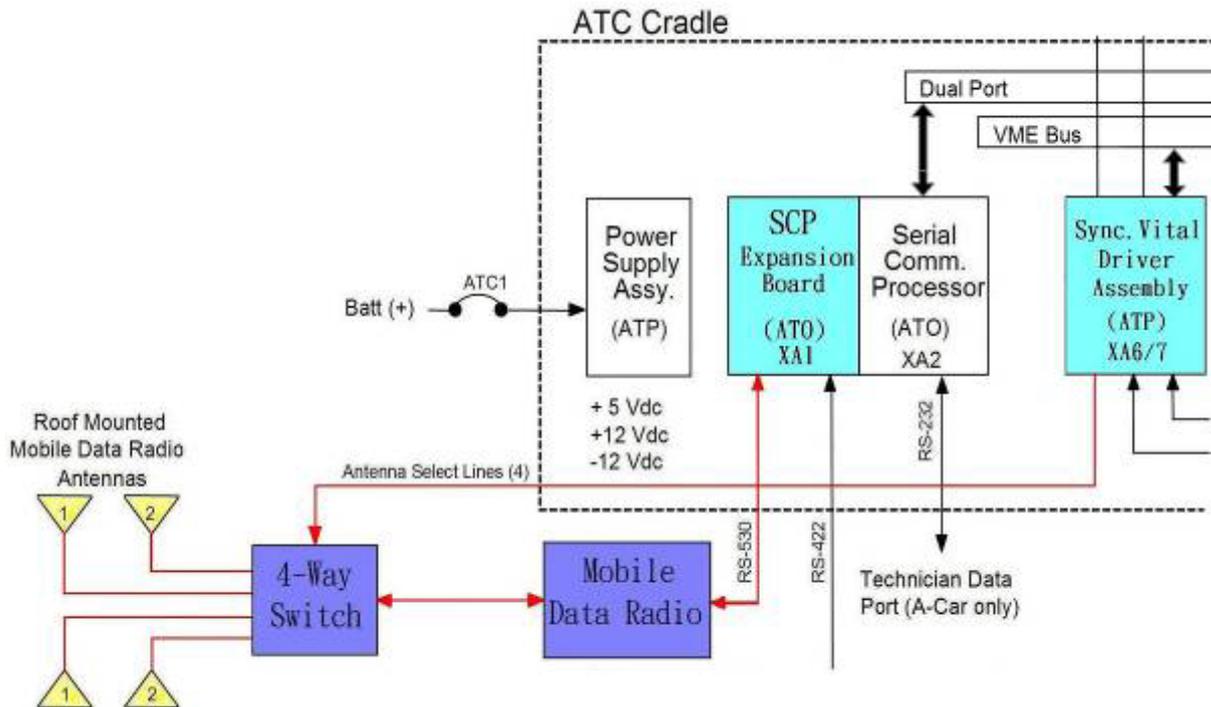


圖 2.4-132 MDR 單元由 RS-530 序列連結至 ATC XA1 SCP Expansion 板

2.4.3.2 設備隔箱 7 (ON-BOARD ATC)

COMC 之作用如同一 TCC 與 ATC 系統間的路由器。COMC 為一具有 Motorola 68360 32-位元中央處理單元(CPU)的獨立性單元。Gateway 列車通訊網路閘道器提供車對車間通訊功能。它將列車匯流排配線(WTB)與多功能車輛匯流排(MVB)互相連接。列車同步控制線指令由主控車送到列車的其他車輛上。並將非主控車的營運現況經由各車內的警報信號送回。WTB 列車控制網路(TCN) 將會自動自行重新組配，並決定列車內各車的次序與方向。Gateway 閘道器具有一 Motorola 68360 32-位元中央處理單元。

列車控制與列車通訊控制系統軟體位於車輛控制單元 VCU 內，並包含車輛與列車控制之功能。將來自 VCU 的指令下達給其他與 MVB 界面相連接的裝置。VCU 為具有 Motorola 68360 32-位元中央處理單元。VCU 與 Gateway 裝置於同一機架內。

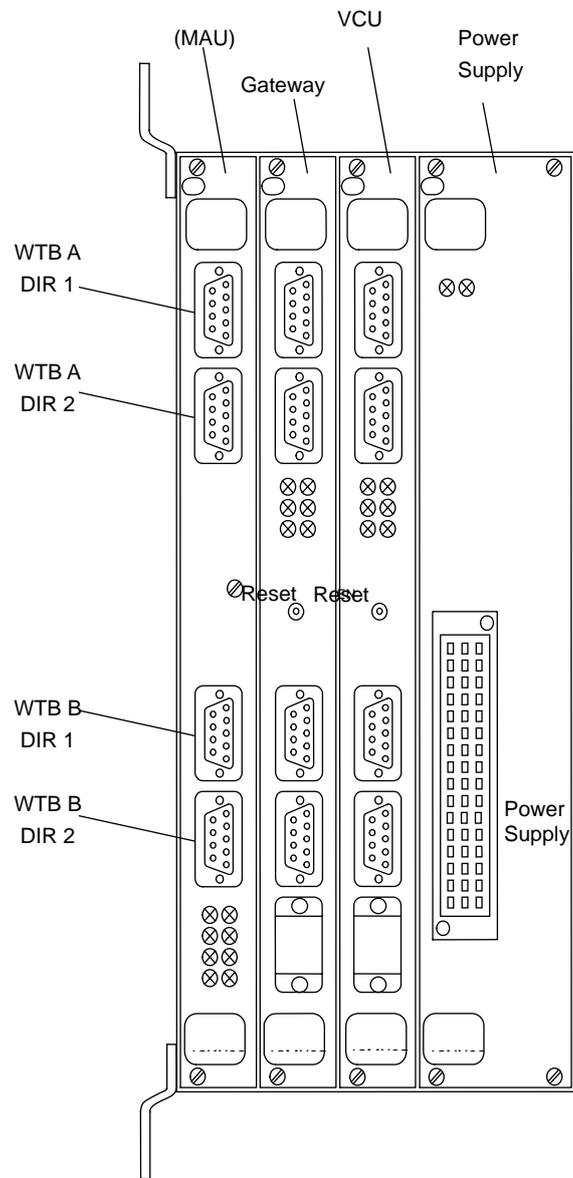


圖 2.4-133 Gateway 機架

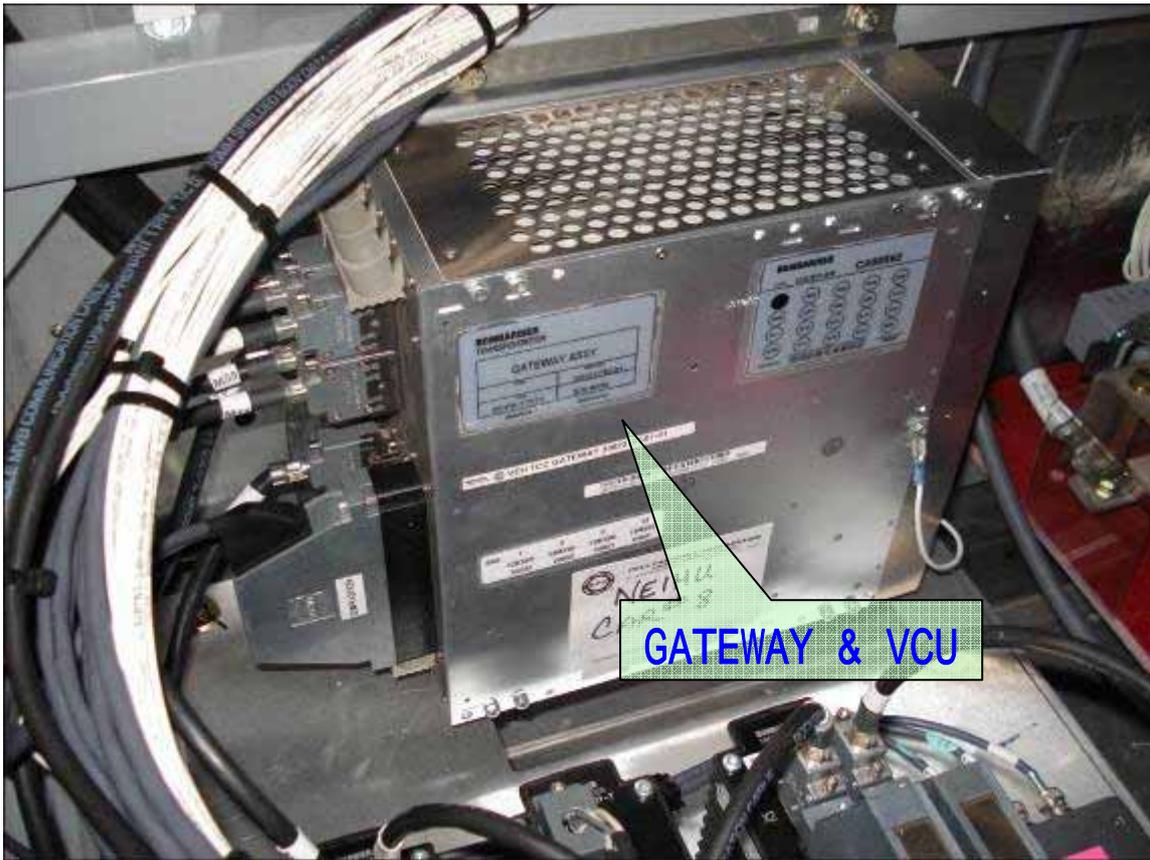


圖 2.4-134 Gateway、VCU(Vehicle Control Unit)車輛控制單元機架

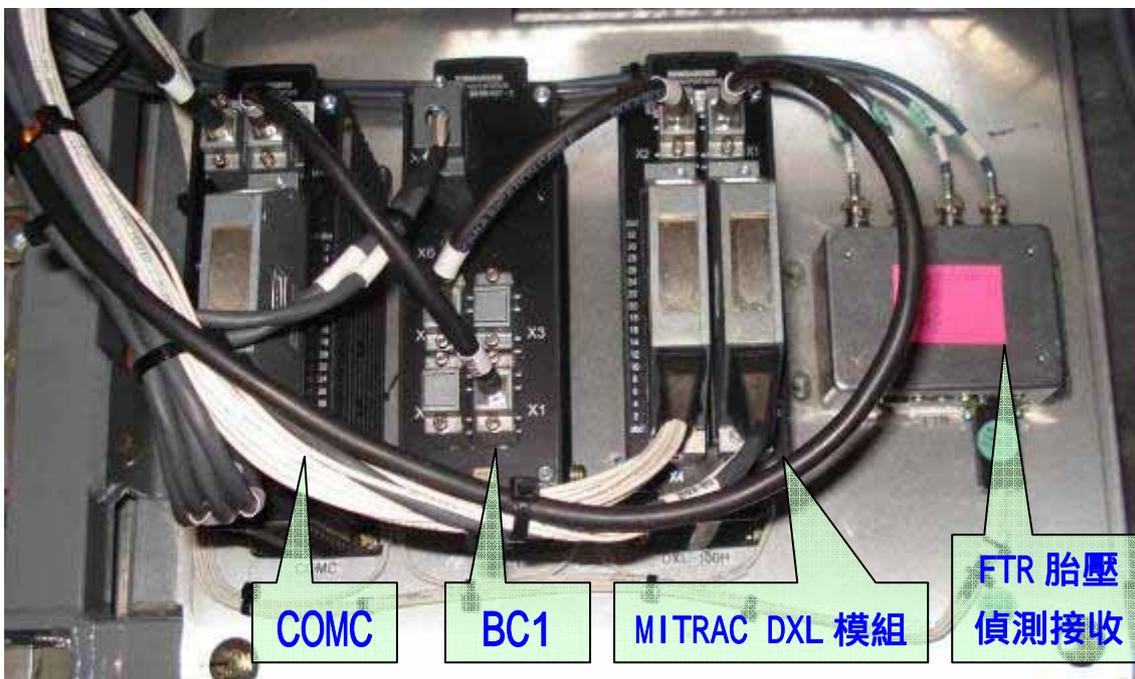


圖 2.4-135 COMC(Communications Controller)通訊控制器

2.4.3.3 設備隔箱 9 (ON-BOARD ATC)

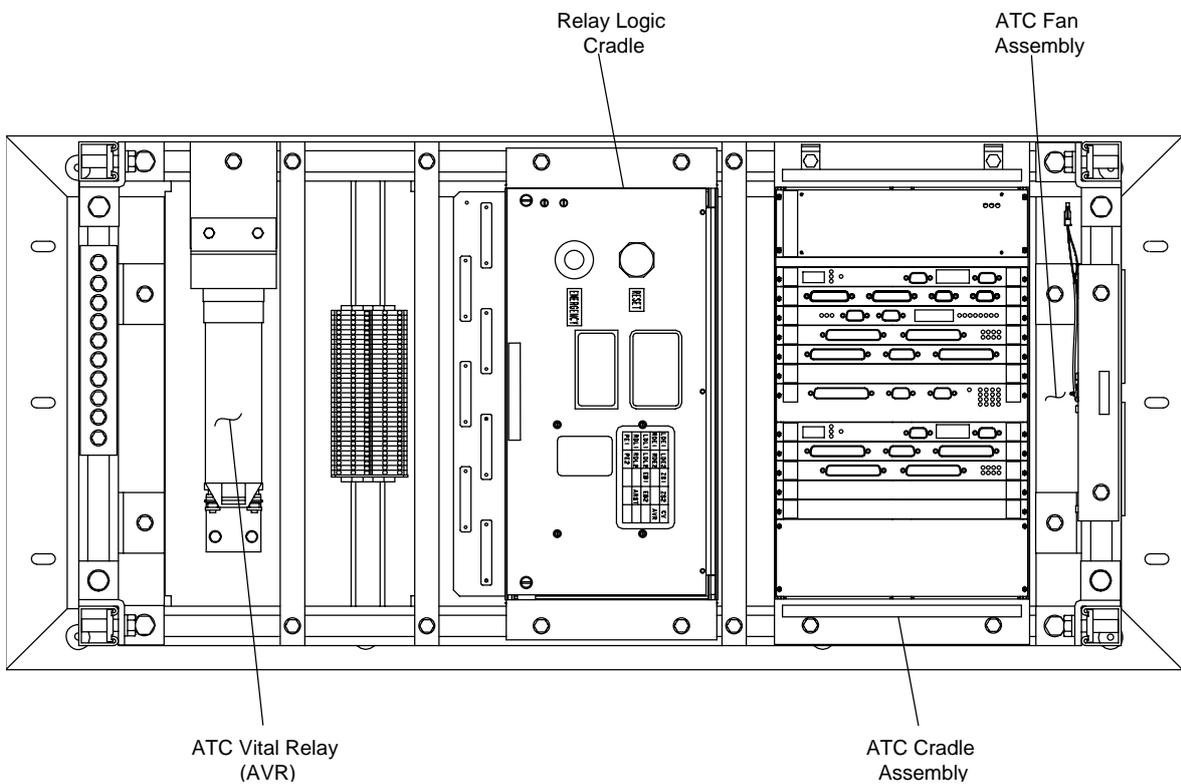


圖 2.4-136 設備隔間 9

ATC Cradle(ATC 機架)共 10 片 PC 板組成，所有的 PC 板都插上 VME (Versa Moduler Eurocard)格式的 BUS 上。

項目	敘 述
	CITYFLO 550 電源供應總成 PC 板
XA0	車輛 ATP POWER PC CPU PC 板 CHANNEL 1
XA1	EXPANSION BOARD 擴充板
XA2	車輛序列通訊處理器 PC 板
XA3	多功能輸入輸出總成 PC 板 CHANNEL 1
XA4	CITYFLO 650 車輛數位輸入總成 PC 板 CHANNEL 1
XA5	不使用
XA6	ATC 同步/維生驅動總成 PC 板
XA7	ATC 同步/維生驅動總成 PC 板
XA8	車輛 ATP POWER PC CPU PC 板 CHANNEL 2
XA9	CITYFLO 650 車輛數位輸入總成 PC 板 CHANNEL 2
XA10	多功能輸入輸出總成 PC 板 CHANNEL 2
XA11	不使用
XA12	不使用

表 2.4-4 ATC 機架電路板

ATC 機架有一個電源供應總成提供 ± 12 Vdc 和 +5 Vdc 到所有的機架電路板上，從邏輯機架抽取 PC 板必須垂直抽取，所有的 PC 板使用電腦機架 VME 板格式，各個電路板背面都插入到 VME 匯流排上，各個電路板前面面板連接到適當介面的訊號線，各個電路板前面必須要穩定堅固，包括要用螺絲固定使電路板可靠的進入機架，所有的 ATC 機架總成電路板是設計運轉在下列各項環境參數:

運轉溫度	-40°C 到 +85°C
儲藏溫度	-50°C 到 +100°C
運轉濕度	0% 到 95% 不凝結
儲藏濕度	0% 到 95% 不凝結

衝擊	5g for 11 毫秒(全部軸向)
震動	5Hz 到 200Hz 在 1g(全部軸向)

表 2.4-5 ATC 運轉的環境參數

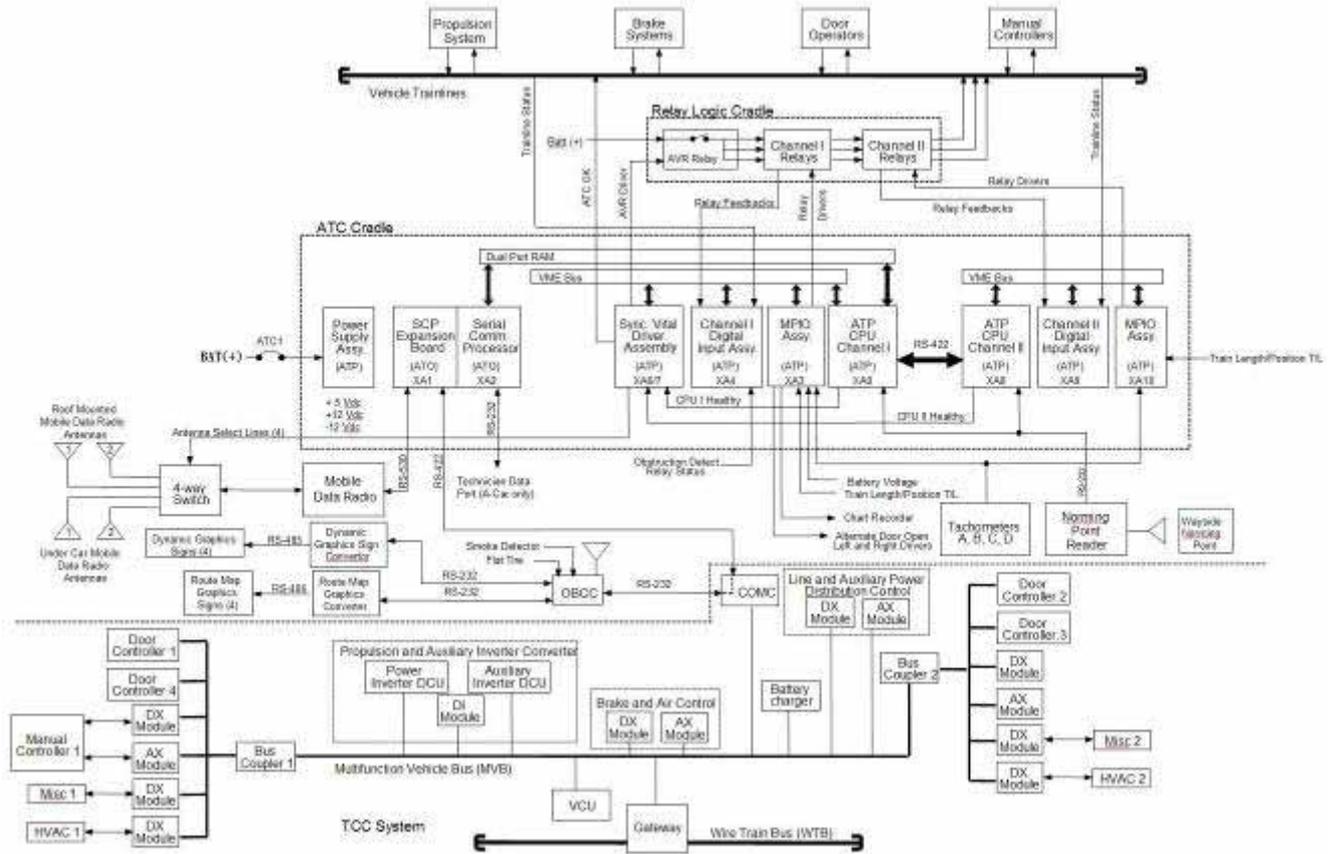


圖 2.4-138 Vehicle ATC 系統和 TCC 系統硬體結構

2.4.3.3.1 CITYFLO 650 電源供應總成

CITYFLO 650 車輛 ATC 系統的電源供應總成是使用 CITYFLO 650 的電源供應總成，這個電源供應總成在左手邊最遠的 ATC 機架上，在這 VME 機架這個總成提供必須的直流操作電壓給 CPU 板和其他電路板，電源供應板從 24V 電池供應電壓提供直流到直流轉換到單獨輸出的+5Vdc(最大 200 瓦)，+12Vdc(最大 75 瓦)，和-12Vdc(最大 75 瓦)，這個電壓分佈到機架且通過 VME 匯流排上。

這個電源供應總成是由車上的+24Vdc 電力，ATC 斷路器在低壓電電流玩斷路器板(LVCBP)上，控制直流供應到 ATC 機架。三個綠色發光二極體(LEDs)在電源供應板前面顯示+5Vdc，+12Vdc，和-12Vdc 電壓輸出狀態。

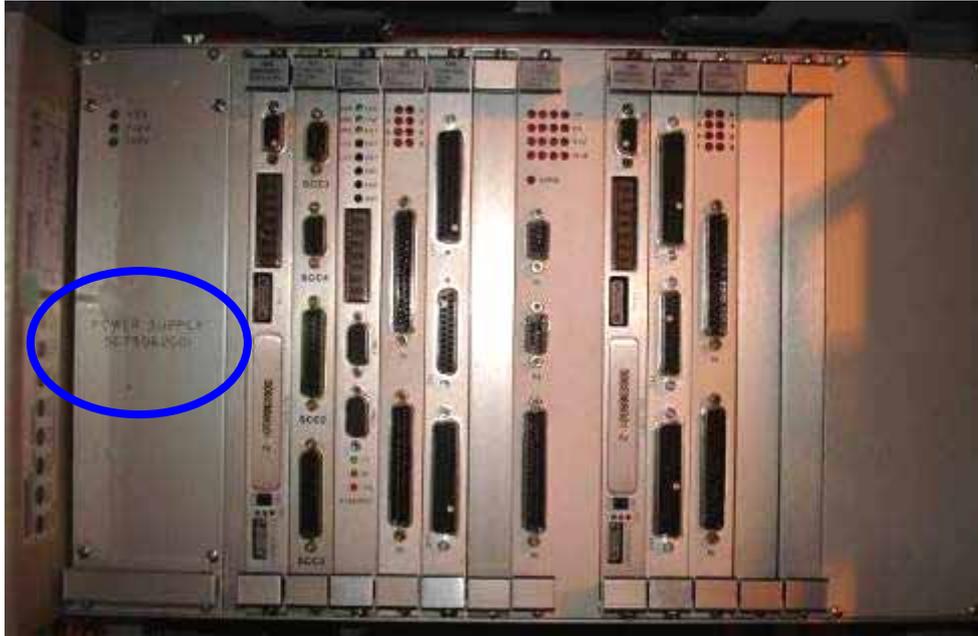


圖 2.4-139 電源供應總成

2.4.3.3.2 ATP 電腦組件

ATP 電腦組件裝備從 ATC 機架的 XA0 和 XA8 槽上找到，這個完全相同的組件包含了特定的電腦軟體程式控制大部份自動車輛功能，XA1 CPU 工作於車上 ATP 系統的 CHANNEL 1，XA8 CPU 工作於車上 ATP 系統的 CHANNEL 2。每個 CPU 總成都由 POWER PC 400Mhz 微處理器所組成，通訊迴路和記憶體插槽的配置。



圖 2.4-140 ATP CPU BOARD –POWER PC 400Mhz 微處理器

前面固定板包含七段發光二極體顯示器和三個連接埠，這個七段發光二極體顯示器提供 ATC 機架硬體與軟體的故障診斷訊息。

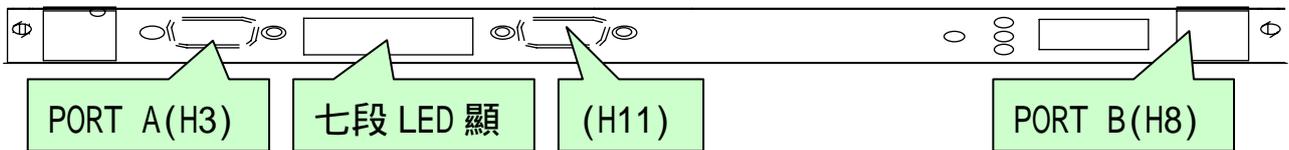


圖 2.4-141 ATP CPU BOARD

前方連接埠聯接之相關設備：

連接埠 A(H3)是一個 RS-232 序列埠連接 CPU 板到基準點讀取器(Norming Point Reader)，基準點讀取器途徑是由基準點資料到 ATP CHANNEL 通過這個序列連結聯接，ATP CPUs 使用這個資料去決定列車的正確位置。連接埠 B(H8)在這板子上是乙太網路埠去互相連接兩個 ATP CPUs，CPUs 使用這個連結埠做交互比對 ATP 的資料和計算。維生功能的連結埠 (H11)提供一個 5V，9Hz 方波的正常訊號到 XA6/XA7 同步/維生驅動總成，兩個 ATP CPUs 必須送出正常的訊號到同步/維生驅動板去保持 ATC 維生繼電器(AVR)驅動輸出，如果任一個 CPU 偵測到內部故障或一個資料發生比較錯誤，CPU 切掉正常訊號到同步/維生驅動，這時會導致維生繼電器(AVR RELAY)訊號消失，切掉關閉列車的推進和使用列車的緊急煞車，這個連接埠同樣地從同步/維生驅動板輸入同步中斷訊號，此訊號同步操作兩個 ATP CHANNEL。

2.4.3.3.3 序列通訊處理器和 SCP(序列通訊處理器)擴充板

序列通訊處理器總成是在 ATC 機架插槽的 XA2，這個總成有一個訊號處理器在執行車輛 ATO 軟體和移動式資料無線電(MDR)的無線電通訊軟體，這個處理器也控制 RS-232 序列連結技術資料埠(給測試及疑難排除)，路徑地圖的表示，此介面與 SCP(序列通訊處理器)擴充板在一起，這個板子也連接到 VME 兩個埠的 RAM(隨機存取記憶體)被 ATO 軟體和 ATP CHANNEL 1 去交換資料。

SCP(序列通訊處理器)擴充板安裝在插槽 XA1 提供序列通訊在 ATO 軟體和

列車控制及通訊系統還有移動式資料無線電(MDR)之間。

2.4.3.3.4 多功能輸入輸出總成

每個 ATP CHANNEL 都有一個專用多功能輸入輸出總成，這些裝配在插槽 XA3 和 XA10，執行不同維生功能，每個裝配提供：

- (1)在 ATP CPUs 與轉速計之間的介面，這個電路系統計算 4 個轉速計輸入的脈衝波，計算列車移動距離和列車方向。
- (2)16 個數位輸出頻道，這是使用在驅動維生系統繼電器。
- (3)8 個類比輸入頻道，每個板子的 3 個輸入使用在讀取列車長度的列車線電壓，CHANNEL 1 的第四個輸入在監測電瓶電壓。
- (4)8 個類比輸出頻道，車輛 ATC 系統上 XA3 板使用類比輸出提供曲線表記錄介面。

2.4.3.3.5 數位輸入總成

數位輸入總成是在 ATC 機架插槽的 XA4 和 XA9，每一個數位輸入板提供光隔離的數位輸入。數位輸入總成提供在車輛處理要素和 ATP CPUs 之間介面，這些介面能夠使 ATP 和 ATO 的子系統去監測不同車廂的子系統和組件狀態，CPUs 監測包含了列車線訊號狀態，車門關閉和鎖住狀態及推進和煞車的子系統各種回授信號輸入，從全部的維生處理要素連貫到 CHANNEL 1(XA4)和 CHANNEL 2 (XA9)的輸入裝置上，這個結構致能 CPUs 去執行。

2.4.3.3.6 同步/維生驅動總成

同步/維生驅動總成有兩個寬度的板子是在 ATC 機架插槽的 XA6 和 XA7，這個總成執行一些較重要的功能。將 CHANNEL 1 和 CHANNEL 2 CPUs 執行主要的軟體連結在一起以便使之同步運作。提供 12 個數位輸出，包括 4 個 MDR(移動式數據無線電)天線的天線選擇線。

9Hz 方波的 CPU 正常健康訊號在執行監視 CHANNEL 1 和 CHANNEL 2 的 CPUs 狀況。這個訊號必須保持現在的 ATC 維生繼電器(AVR)驅動輸出使同步/維生驅動板運作，如果任一個 CPU 檢測到故障或資料比對錯誤，CPU 就會切

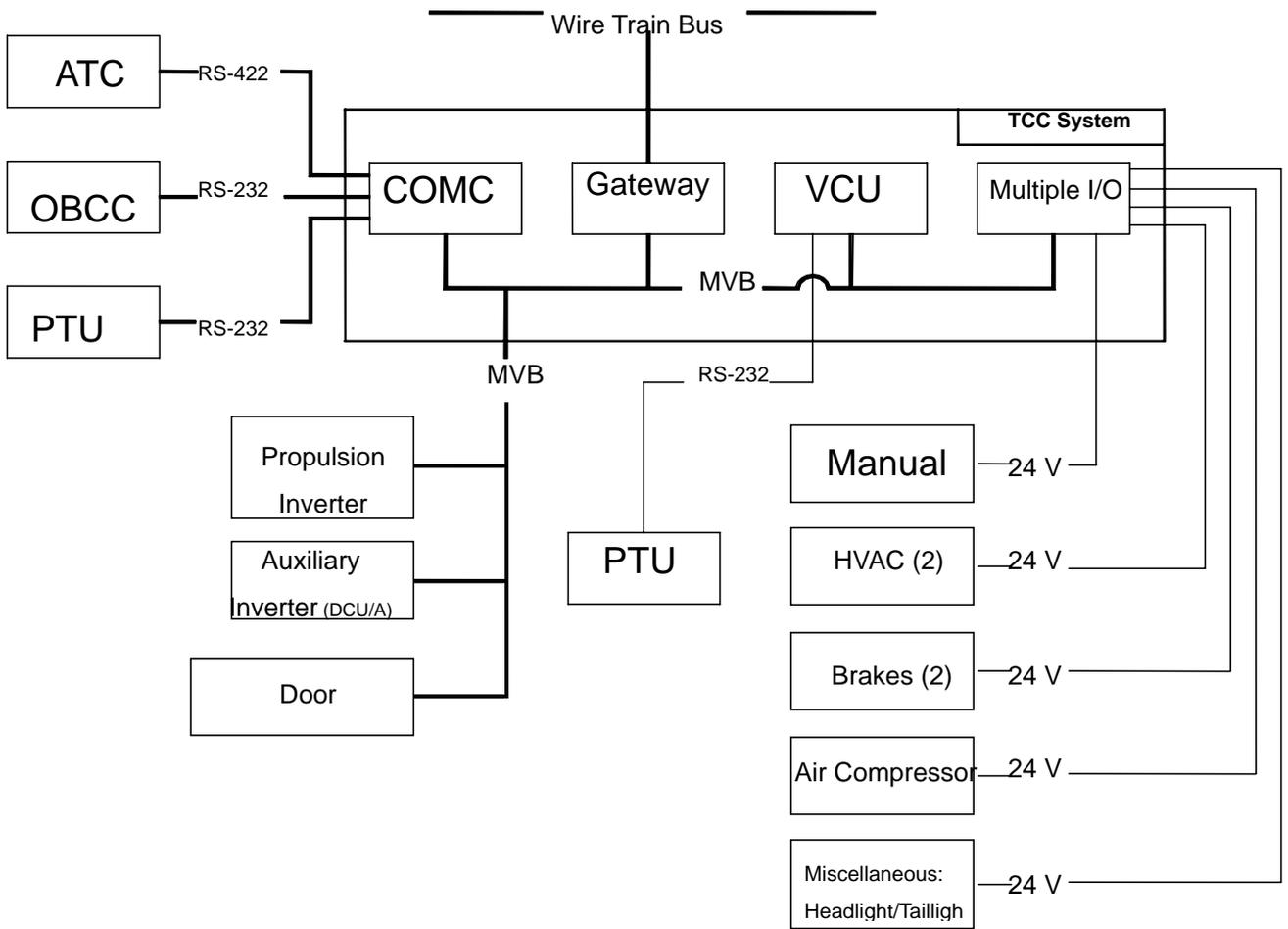


圖 2.4-143 TCC 系統及介面

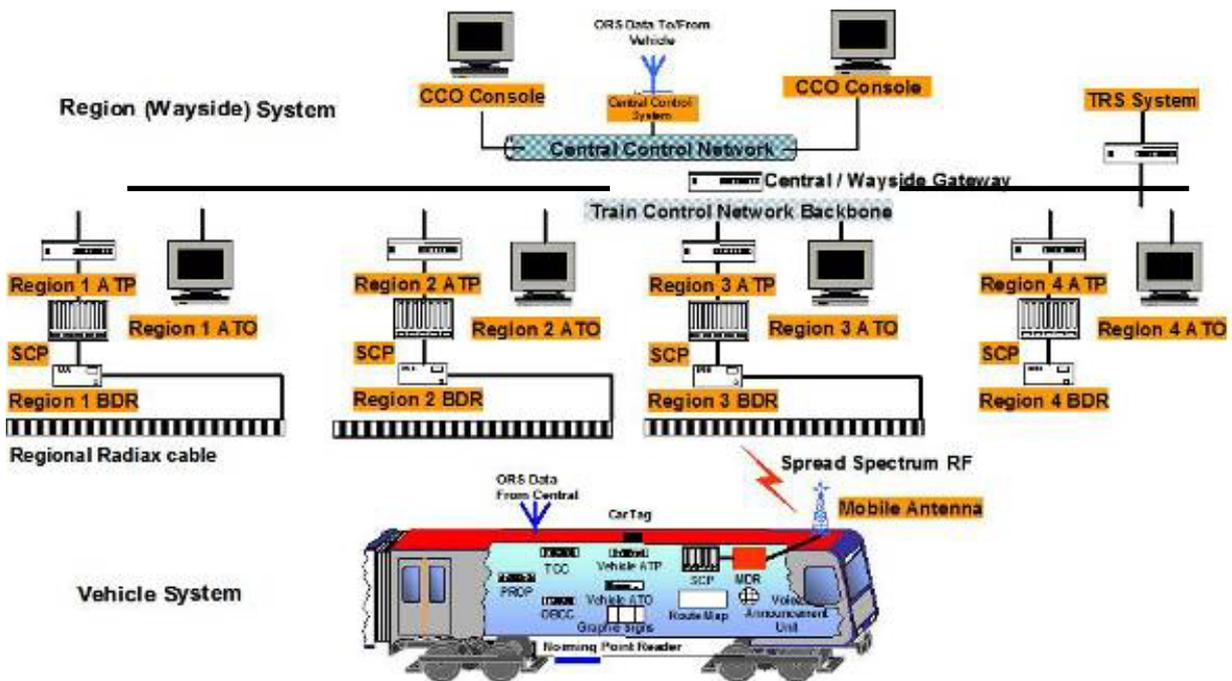


圖 2.4-144 TCC 系統通訊路網

參、舊金山機場 AirTrain 系統

舊金山機場位於美國加州，為美國西部三大國際機場之一，同時為國內重要轉乘航站，目前共有 5 個主航廈。路線長約 10 公里之舊金山機場 AIRTRAIN 系統自 2003 年 3 月 4 日正式營運，共有 9 個車站，目前係由 Bombardier 公司營運維修服務中心負責營運與維修作業，共有 79 名員工。該系統使用 Bombardier 機電（屬 Cityflo 650 系統）及 CX-100 車輛系統，全車隊共有 38 cars，電力系統為 600V AC 三相交流電，並採中央導軌（含三相供電）方式。

系統摘要如下：

- ． 營運時間：2003 年
- ． 車輛數：38 cars
- ． 車輛種類：CX-100
- ． 列車組：2-car (or 3-car) trains
- ． 控制系統：CITYFLO 650 moving block
- ． 路線長度：10 公里
- ． 路線最大坡度：3.5%
- ． 列車平均速率：藍線 18 kmph、紅線 24 kmph
- ． 車站數：9 個車站
- ． 月台長度：36.5 公尺
- ． 轉轍器：33 座
- ． 班距：2.5 min
- ． 尖峰小時載運能力：6000 pphpd
- ． 電力系統：600Vac
- ． 牽引電力變電站 5 座
- ． 全線通信方式可區分公共廣播系統、列車無線電電話系統、車站緊急無線電電話系統、CCTV、電子動態標誌等。



圖 3-1 舊金山機場 AIRTRAIN 系統



圖 3-2 舊金山機場 AIRTRAIN 系統電聯車



圖 3-3 舊金山機場 AIRTRAIN 系統維修廠

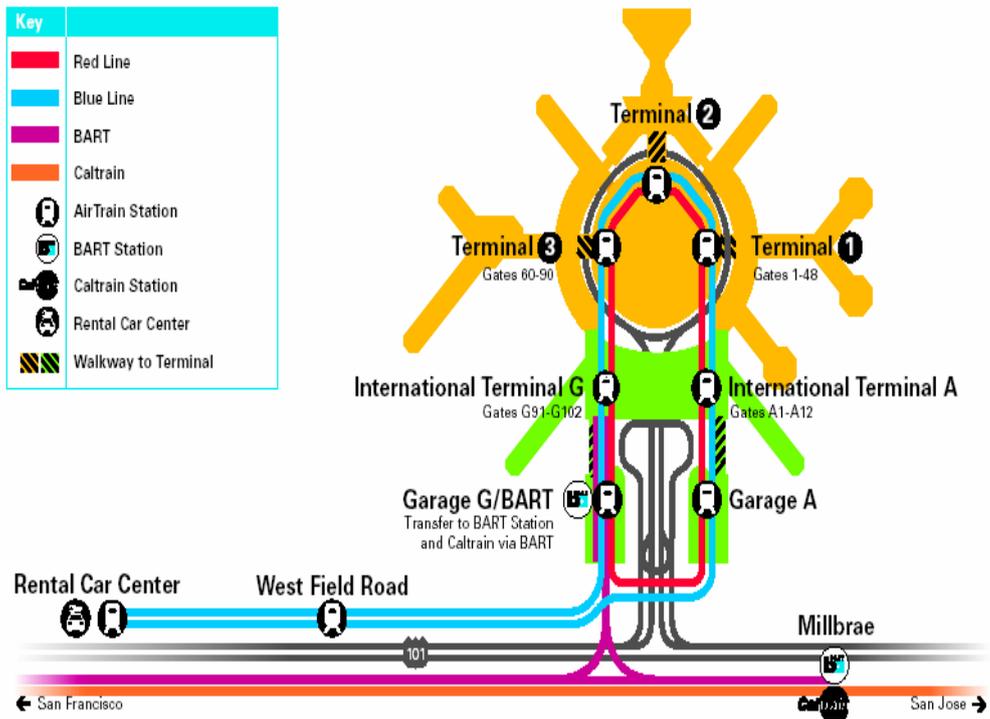


圖 3-4 路線圖及轉乘資訊



圖 3-5 舊金山 AIRTRAIN 之側式月台



圖 3-6 舊金山 AIRTRAIN 之島式月台



圖 3-7 舊金山 AIRTRAIN 路線指示牌

3.1 行控中心

行控中心之設備操作係採用圖形界面，可透過電腦螢幕了解列車位置及移動閉塞區間之變化狀況，亦可查閱列車或設備詳細狀況，警訊則依發生時間順序以條列方式顯示於螢幕上。行控中心之任務包括：負責調度列車以符合旅客之需求、監控並回報系統之安全狀況及運轉績效、配合維修作業調整系統運行模式，此外當系統發生異常時，由系統復原技師負責排除狀況，或設法維持系統正常營運。



圖 3.1-1 舊金山 AIRTRAIN 行控中心



圖 3.1-2 舊金山 AIRTRAIN 行控中心電腦室



圖 3.1-3 舊金山 AIRTRAIN 行控中心電腦室不斷電系統 UPS



圖 3.1-4 舊金山 AIRTRAIN 行控中心電腦室不斷電系統 UPS

3.2 道旁固定設備

舊金山國際機場捷運道旁設備有就地端當值/備用選擇面板，位於 RATP 機箱正面中間。該面板包括三位控制開關，可以從 RATP 系統以手動或行控中心遙控方式，選擇啓用中(控制)區域 ATP 系統(A 或 B)。就地選擇面板還包括一組系統狀態顯示燈，每套 RATP 系統各一組。



圖 3.2-1 舊金山 AIRTRAIN 行控中心道旁控制設備 ATP

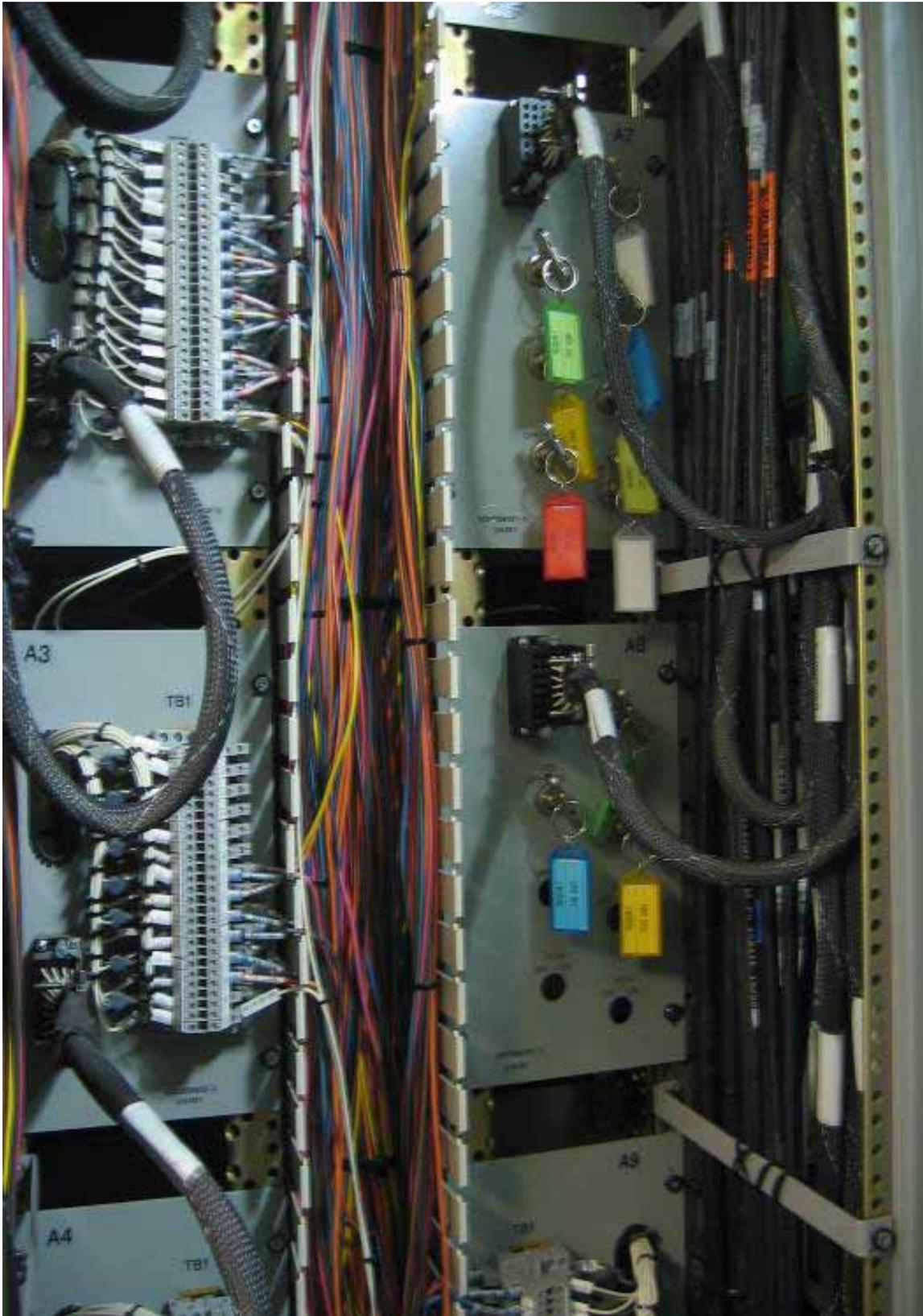


圖 3.2-2 舊金山 AIRTRAIN 行控中心道旁控制設備 ATP 單元切換設備

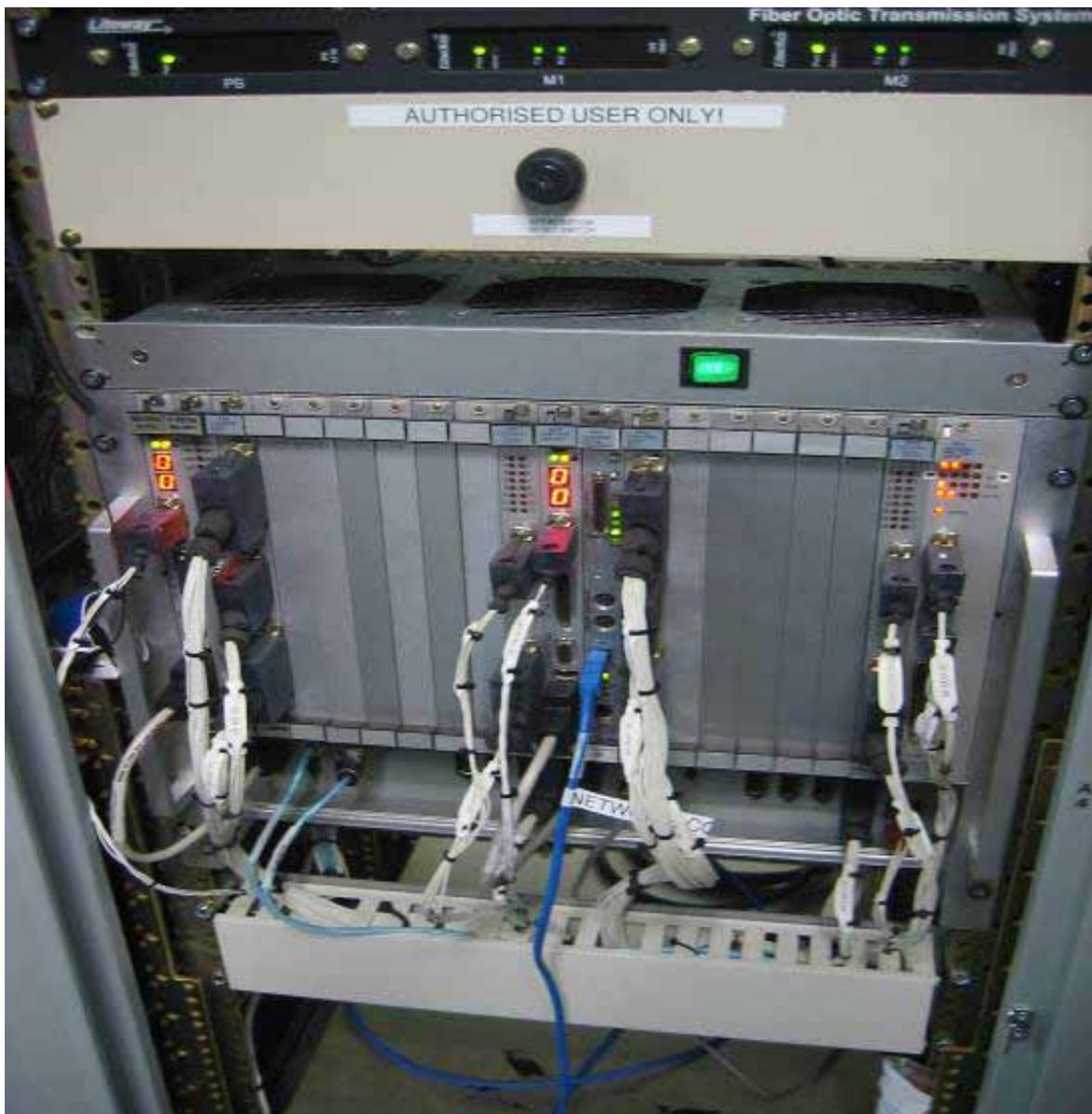


圖 3.2-3 舊金山 AIRTRAIN 行控中心道旁控制設備 TSR 列車鑑別系統單元

3.2.1 供電

AirTrain 系統分別由 5 座變電站進行供電，其供電系統為因應機場所需之 24

小時營運特性，每座變電站均設置兩具主變壓器，兩具變壓器與迴路可進行供電切換及例行保養作業，可提高系統穩定度及維護操作之便利性。

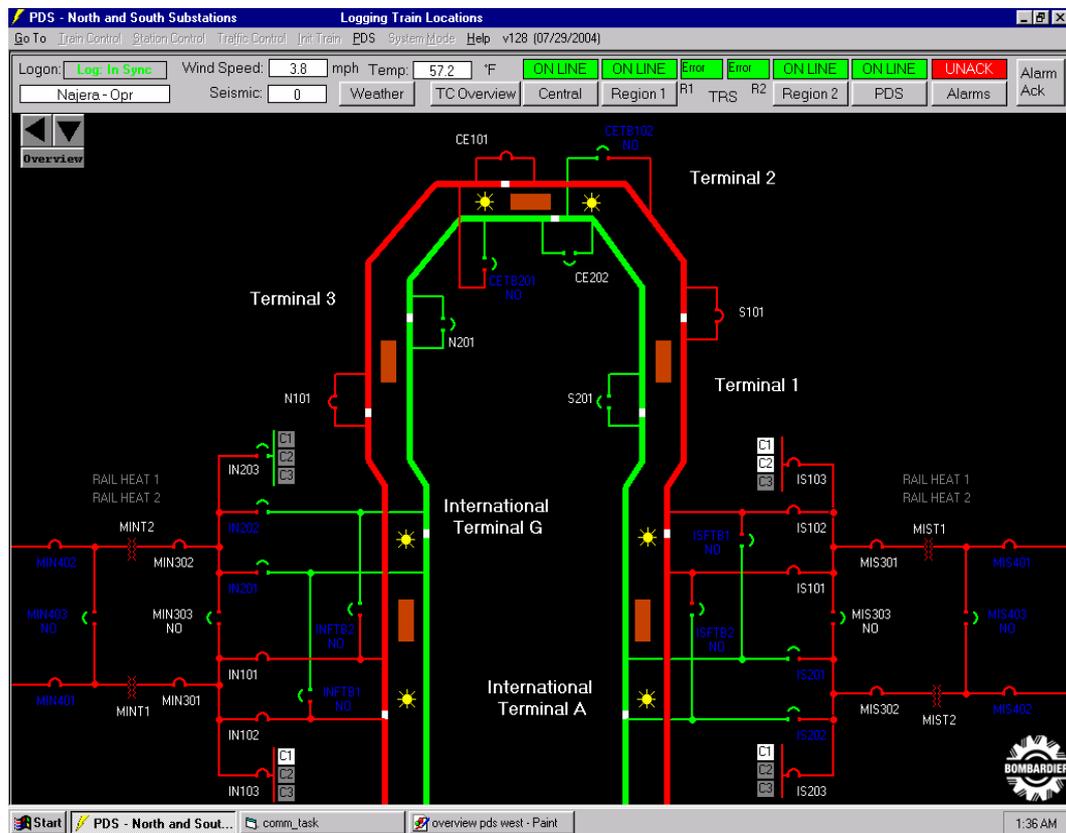


圖 3.2-4 舊金山 AIRTRAIN 行控中心電腦供電畫面

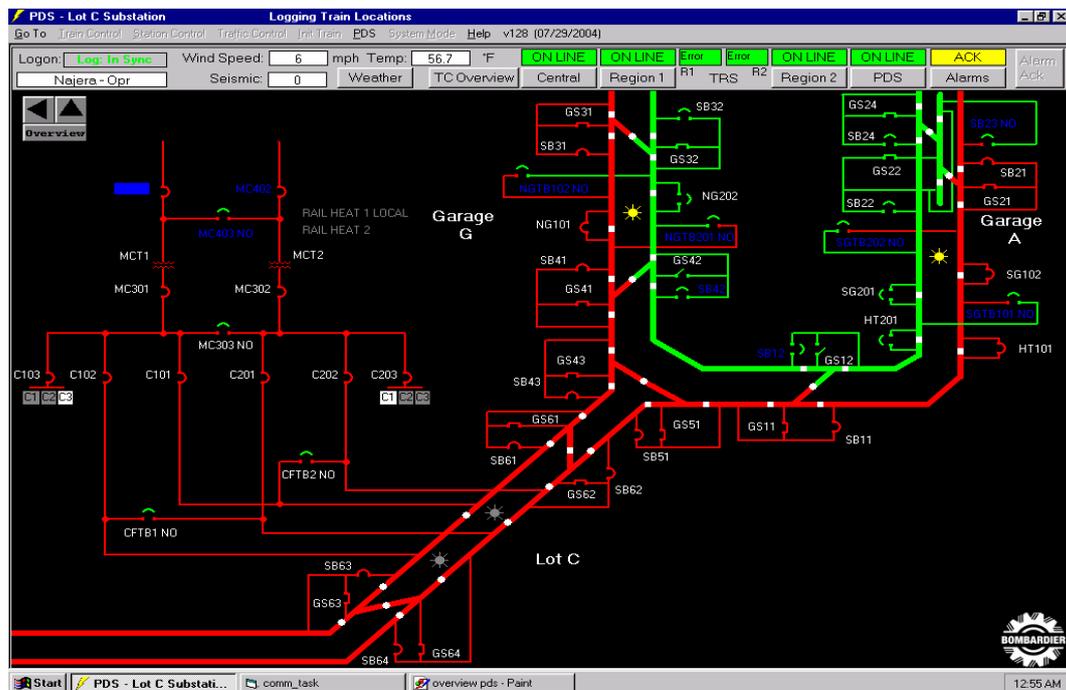


圖 3.2-5 舊金山 AIRTRAIN 行控中心電腦供電畫面

3.2.2 月台門

AirTrain 的月台門系統設計上以三輛列車聯結進行運轉，月台門的編號方式以旅客面對月台門由左起 1 號月台門及右端止 6 號月台門，不受單線雙向改變，目前僅由固定兩輛列車聯結營運，列車停站方式皆在第 1 組及第 2 組月台門，而在第 3 組月台門上的旅客資訊顯示幕告知旅客。

月台門蓋板內裝置有微處理器控制組件，包括可顯示月台門作動狀態及故障檢測的 LED 字母數字顯示器和四個操作設定按鈕，如照片中顯示的 CS 即表 Close Speed 月台門正關閉中。另配置有延伸微處理器，因 LED 顯示器位於月台門的正上方，營運期間亦須考量旅客動線，故不易讀取到該數值時，可插上延伸微處理器進行測試。



圖 3.2-6 舊金山 AIRTRAIN 月台門維修延伸微處理器



圖 3.2-7 舊金山 AIRTRAIN 月台門鏈帶傳動裝置



圖 3.2-8 舊金山 AIRTRAIN 車站月台的緊急門開啓把手



圖 3.2-9 舊金山 AIRTRAIN 車站緊急門至軌道之手扶梯

3.2.3 下軌道作業

有關下軌道作業: (1)在夜間維修方面:爲了因應機場二十四小時運作的關係,軌道維修作業可在上行軌有軌道電力之下,執行下行軌之維修工作而上行軌改爲單線雙向運行。其車站之緊急斷路器(舊金山 AIRTRAIN 系統稱之爲 Blue Light Station)壓下後可只斷一個方向的部份軌道電力。(2).每一個維修人員下軌道後,皆需用自己的掛鎖掛在緊急斷路器上,而非由領班一個人以掛鎖代表一組維修工作施作。(3).如果營運中,需執行下軌道至故障車手動駕駛時,該系統因軌道電力在軌道行駛路面中央且中央走道路面寬度亦超過 1 公尺以上,所以維修人員可在一側有列車運行的狀態下行走中央走道至故障列車。(4).舊金山機場 AIRTRAIN 系統車站的火警偵測系統並沒連線到行控中心,而是連接至機場的消防單位。當車站有火警警訊時,是由消防單位通知行控中心,行控中心再依火警處理程序,將全線列車停於車站。除了消防單位至火警警訊發生地點處理外,行控中心亦會派人員至現場配合。火警警訊的解除宣告是由消防單位通知行控中心,行控中心於接

獲通報後再恢復運轉。



圖 3.2-10 舊金山 AIRTRAIN 維修人員施工前掛掛鎖以確保安全



圖 3.2-11 舊金山 AIRTRAIN 維修人員施工時每人皆須每人掛掛鎖以防止感電事件



圖 3.2-12 舊金山 AIRTRAIN 於軌道旁之緊急電話裝置



圖 3.2-13 舊金山 AIRTRAIN 軌道旁之緊急斷路器



圖 3.2-14 舊金山 AIRTRAIN 軌道中之寬大的中央走道



圖 3.2-15 舊金山 AIRTRAIN 軌道夜間照明充足



圖 3.2-16 舊金山 AIRTRAIN 維修人員於軌道行走時之防滑鋼板

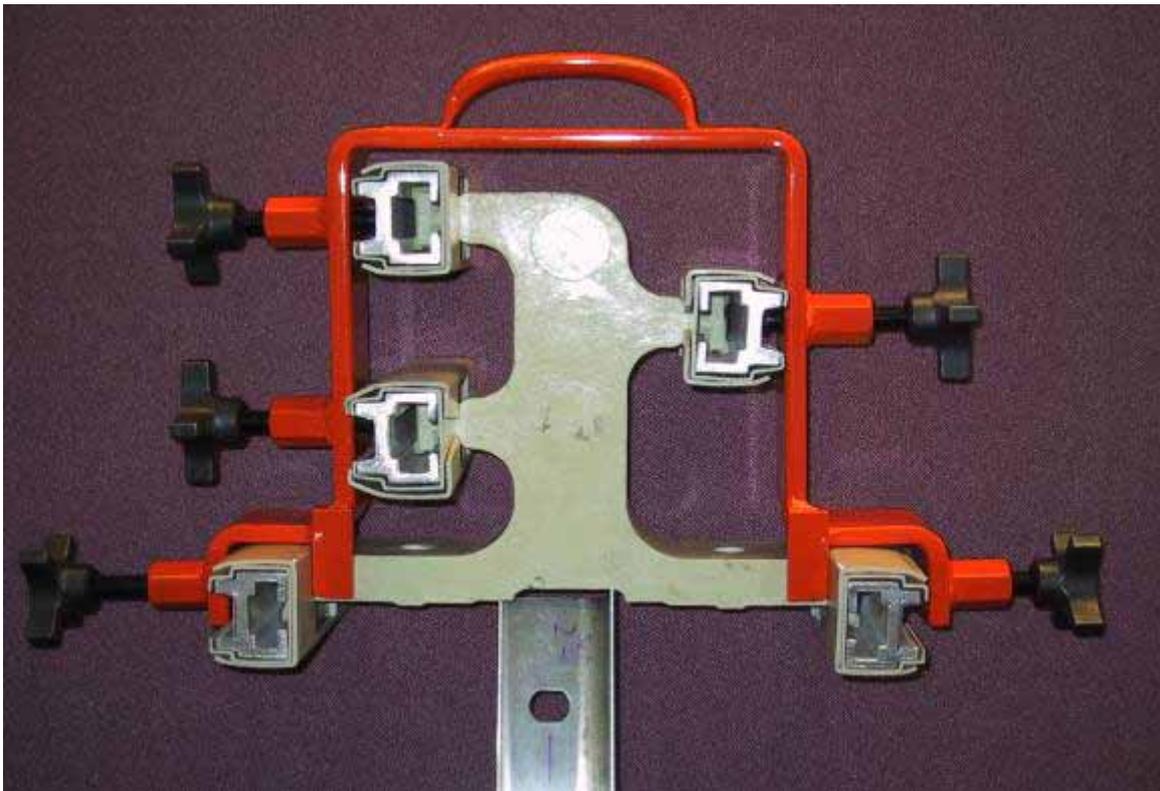


圖 3.2-17 舊金山 AIRTRAIN 電軌短路夾



圖 3.2-18 舊金山 AIRTRAIN 軌道不同電力區標示

3.2.4 無線電



圖 3.2-19 舊金山 AIRTRAIN 系統無線電基地台

有關無線電操作方面：舊金山國際機場捷運操作無線電與維修無線電的功

能運作主要是由行控中心、Terminal 2 與列車之間傳輸。行控中心與 Terminal 2 之間傳輸是經 DTS(光纖)連接，再經由天線與列車之間通訊。維修無線電與操作無線電的設備位置在 Terminal 2(有二支天線,一支為 ORS、一支為 MRS)。列車上車廂內設有 2 組旅客對講機，2 組維修駕控台。旅客可透過旅客對講機與控制中心連絡,維修人員也可經維修駕控台發話器對列車廣播或與行控中心對話。行控中心對列車廣播有三種方式選擇(對單 CAR、一列車、全線列車)。

3.2.5 道旁設備維修

有關頻譜分析儀之量測:頻譜分析儀利用頻域反射量測法使用在天線以及傳輸線信號檢測及故障分析的儀器，主要分析射頻信號頻率準確度、功率大小頻域反射量測法是一種傳輸線路絕緣方法，它能夠經由量測精確地定義同軸電纜以及波導(waveguide)信號衰減。頻譜分析儀之 RL 功能(RETURN LOSS)可經由 RF 傳回來的信號強度顯示故障位置(接點、損壞的電纜或是天線)。RF 訊號衰減的因素除了距離之外，以「多路徑(multipath)」造成的結果最嚴重。多路徑代表接收端收到多個不同路徑所傳來的(同一筆)訊號。原因為其他物體所造成的反射現象。尤其以全向天線時會更明顯、嚴重。



圖 3.2-20 舊金山 AIRTRAIN 軌道轉轍器



圖 3.2-21 舊金山 AIRTRAIN 軌道中指示燈號誌

3.3 電聯車

該系統之電聯車維修工廠有 3 條簡易維修軌及 2 條大修軌，維修方式係採時間及里程基準並用方式，平常列車每兩天會進廠進行簡易保養一次，包括一般外觀檢查及測試軌功能性檢查，其他之機電道旁設備係採用時間基準方式維修，包括月台設備、軌道轉轍器、中央供電軌、緊急斷電箱、無線電擴大器、月台門極不斷電系統等，目前該系統之整體維修作業中，預防檢修即佔 94%，而故障檢修則僅佔 6%。

電聯車維修廠內提供多項勞工安全措施，如：維修軌之中線，均佈設紅色 LED 燈連續導引線，提醒維修人員該維修軌道電聯車目前處於供電狀態，對於保護維修人員之安全相當有助益；於已頂昇電聯車維修時要求於未關閉車門處架設與車門同寬之硬質塑膠護欄以防勞工墜落；並嚴格規定進入廠區務必要戴護目鏡及進入車底作業時帶安全帽，並提供訪客安全護趾鞋套。

AirTrain 電聯車之預防保養作業以及維修人員精簡配置，維修人員僅分早、

中、晚三班，每位維修人員均需負責電聯車及道旁所有設備之維修作業，電聯車之預防保養依哩程區分為 6500、19500、39000、78000、25000 等進行，保養項目含概四大部份 A.電聯車 底盤機械組件之不良滲漏或裂縫檢修(如空壓機、氣壓管線、氣壓接頭、氣壓彈簧組、QRV 與 FSE 閥、HVAC、馬達控制箱總成及輔助控制箱總成)。B.列車門檢修部份(如列車門引導輪檢查、軸承更換、滑動軌上潤滑油、閉門力量大小及開門與閉門控制之時間)。C.牽引馬達檢修部份，使用 HEPA 真空吸塵器除去灰塵、測試牽引馬達及潤滑交換器與前翼軸承。D.檢修聯結器、煞車器、行走輪、導引輪、轉向架、集電靴、維生繼電器。

CX-100 電聯車之轉轍輪使用膠輪形式利用 I 型樑進行導引方向，而中央供電系統又一併安裝於 I 型樑上，故轉轍器型式與木柵線不同，其轉轍器之操作動力為油壓系統，並設置兩組定位油壓插硝，確保轉轍器連結正常而無法造成開岔狀況，並可利用手動油壓操作進行轉轍器扳轉及定位，較為輕易且有效。

電聯車之手動駕駛設備位於車頭右前方，係利用手動推桿駕駛列車，當手放開時該推桿會自動落下回到緊急煞車狀態，故未設置 Deadman 按鈕，另設置於車門旁之車門緊急釋放開關，除提供旅客於緊急時可手動開啓車門外，開關上方有一按鈕當旅客來不及下車時，可重新開啓車門，但會有自動廣播提醒旅客，若開關達 3 次亦會傳警訊回行控中心。

每一節電聯車共有 8 個輪胎，每一邊之兩個輪胎間設有 Safety Panel 以供爆胎時電聯車行駛之用，及胎壓平衡裝置，並有胎壓指示設備方便維修人員現場即時檢視胎壓狀況，另車體兩旁下方亦設有裙擺以減少噪音，並設有絆腳桿裝置。

該系統之新進人員須接受 6 週之課堂課及 6 個月之 On Job Training 等訓練課程，行控中心控制員、手動駕駛員及系統復原技師需每年檢定授證，平常之訓練包括：模擬演練、預防保養溫故課程及故障排除訓練。



圖 3.3-1 舊金山 AIRTRAIN 之電聯車維修廠



圖 3.3-2 舊金山 AIRTRAIN 電聯車維修作業



圖 3.3-3 舊金山 AIRTRAIN 電聯車行走輪檢修作業



圖 3.3-4 舊金山 AIRTRAIN 電聯車電子聯結器作業



圖 3.3-5 舊金山 AIRTRAIN 電聯車集電靴檢修作業



圖 3.3-6 舊金山 AIRTRAIN 電聯車車門檢修作業



圖 3.3-7 舊金山 AIRTRAIN 電聯車集電靴檢修作業



圖 3.3-8 舊金山 AIRTRAIN 電聯車導引輪檢修作業



圖 3.3-9 舊金山 AIRTRAIN 電聯車維修人員行走輪零組件更換作業



圖 3.3-10 舊金山 AIRTRAIN 電聯車維修人員拆組精密零組件時使用之工業手套



圖 3.3-11 舊金山 AIRTRAIN 維修廠電聯車高壓供電警訊燈



圖 3.3-12 舊金山 AIRTRAIN 維修廠電聯車高壓供電警訊燈



圖 3.3-13 舊金山 AIRTRAIN 絆腳器



圖 3.3-14 舊金山 AIRTRAIN 電聯車外部洗車機



圖 3.3-15 舊金山 AIRTRAIN 月台門啓閉指示燈



圖 3.3-16 舊金山 AIRTRAIN 列車內部



圖 3.3-17 舊金山 AIRTRAIN 車內緊急情況設備使用說明



圖 3.3-18 舊金山 AIRTRAIN 系統路線圖



圖 3.3-19 舊金山 AIRTRAIN 列車內車站相關資訊圖



圖 3.3-20 舊金山 AIRTRAIN 列車資訊顯示器



圖 3.3-21 舊金山 AIRTRAIN 列車滅火器指示牌



圖 3.3-22 舊金山 AIRTRAIN 列車緊急對講機



圖 3.3-23 舊金山 AIRTRAIN 列車緊急對講機



圖 3.3-24 舊金山 AIRTRAIN 列車手動駛控制台



圖 3.3-25 舊金山 AIRTRAIN 列車警訊資料查詢 Alarm history is cleared from Touch Screen



圖 3.3-26 舊金山 AIRTRAIN 列車緊急手動開啓車門裝置



圖 3.3-27 舊金山 AIRTRAIN 列車緊急搶修裝置及旅客行李發放標籤



圖 3.3-28 舊金山 AIRTRAIN 電聯車推進馬達



圖 3.3-29 舊金山 AIRTRAIN 電聯車聯結器



圖 3.3-30 舊金山 AIRTRAIN 電聯車導引輪



圖 3.3-31 舊金山 AIRTRAIN 電聯車行走輪胎壓偵測器



圖 3.3-32 舊金山 AIRTRAIN 電聯車行走輪之間之鋼輪



圖 3.3-33 舊金山 AIRTRAIN 電聯車行走輪之胎壓偵測器及里程表

肆、心得與建議

4.1 心得

(一) 現行木柵線與未來內湖線電聯車之比較：

項目	內湖線電聯車	木柵線電聯車
車重(空車重)	38,400kg	37,200kg
每位乘客設計重量	60 kg	70 kg
每對車之載客容量 AW3	284 人	228 人
冷媒	冷媒為：407C (環保冷媒)	冷媒為：R-22
車外車門開關	手動旋轉開關(類似 MRT)	三角鑰匙
推進系統	交流馬達推進系統 控制單元：IGBT	直流馬達推進系統 控制單元：GTO
煞車系統	空壓轉油壓系統	油壓系統
行李架專區	有每節 B 車 設置 1 組行李架專區	每節車廂設有小型支 架
車載設備	設於車廂座椅下方	設於車廂兩端
空調及空壓機馬達電壓	380VAC	440VAC
電池電壓	24VDC	72VDC
電聯車數量	101 對車	51 對車

表 4.1-1 新舊電聯車的比較

(二) 龐巴迪公司之可攜帶式測試單元(PTU)，主要由道旁 ATC 模擬器(VAST)、可攜帶式測試裝置與輸出圖形機所組成。可攜帶式測試單元(PTU)主要是讓 PTU 程式與列車的 VATIC 通訊裝置(VATO、VATP)及邏輯繼電器電路裝置執行列車上所有 PTU 的功能，提供顯示列車行進相關紀錄與事件、偵

測列車故障警訊，再利用輸出圖形機輸出數據、圖表提供檢修人員進行故障檢修、尋找故障點。此設備可以讓車輛廠維修人員能夠快速的找到列車故障原因。

(三) 龐巴迪公司對於列車 MITRAC 系統可於各子系統中連結 PTU 進行故障狀況與履歷檢查，並說明下列各設備之 PTU 故障查修方式：(1)胎壓開關之更換、定址與壓力設定方式。(2)OBATC 相關設備之故障檢查使用 PTU 之方式。(3)電聯車車門故障使用 PTU 檢查之方法。龐巴迪公司對於各項設備之維修大量使用 PTU 來判讀，可以使得維修時程得以縮減。

(四) 電聯車空壓系統：以一對車而言，空壓供應組件(Air Supply Package)僅設置於 A Car 近 X 端處的車體底部，其為電聯車煞車、聯結及避震等設備所需之氣壓來源，如其中一對車的空壓供應組件故障，則可透過聯結器由另一對車的空壓供應組件來提供列車運行時所需之氣壓。

(五) Bombardier 公司物料文件編碼與修訂進版相關規定，Bombardier 公司將系統的設備及零件予以編碼，建立一套有系統的設備零件管理模式。如下圖所示：電聯車換流器 (Inverter) 的零件編號為 3000181G01，另給予該設備一個 CAPL Number (Controlled Assembly Parts List)，用以管控設備零件之修改版次。據該公司表示任何的物料管理不會因為年代的久遠而不無法再提供使用該系統的機構。

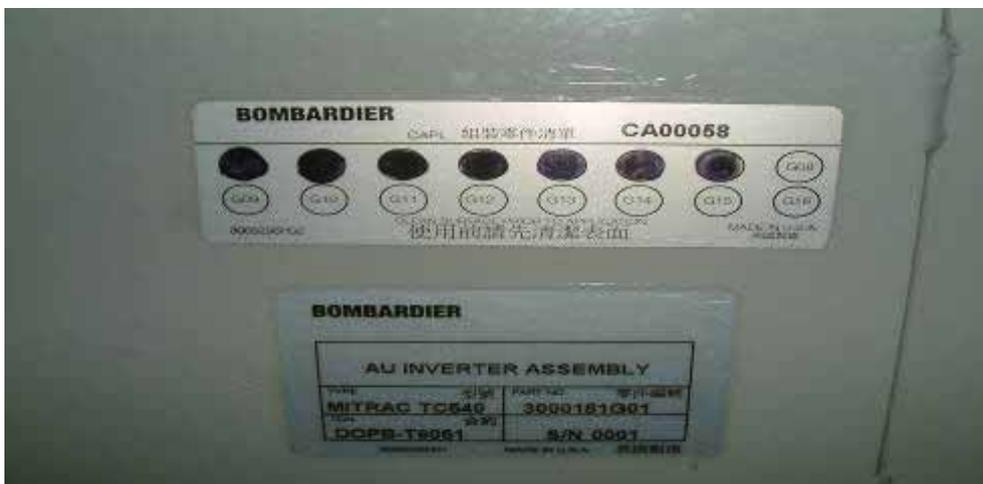


圖 4.1-1 Bombardier 公司物料文件編碼與修訂進版標籤

(六) 胎壓偵測器：

(1)胎壓偵測器設置於車軸尾端，其裝設方式與現行木柵線車輛之偵測器相同。偵測器屬內建傳送器(self contained transmitter) ，傳送無線電訊號至安裝於車體上的接收器，於正常情況之下，該裝置每 6 分鐘發送二個 60ms 的脈衝，當胎壓快速漏氣時，則會改以每 3 秒發送一脈衝訊號，直到胎壓恢復正常值時。

(2)胎壓偵測器的發射頻率為 433MHZ 。

(3)胎壓偵測警訊作動的原因：

- ．胎壓低於預設最低設定值。
- ．正常情況之下，6 分鐘內沒收到二個 60ms 的脈衝。
- ．胎壓突然快速漏氣，系統會預測胎壓將要低於預設門檻值而發出警訊。
- ．內置電池電量不夠時。



圖 4.1-2 胎壓偵測器

- (七) 轉向架：法國製造，以空氣彈簧、減震器及氣控式行走輪提供懸吊功能。每個轉向架設有兩組垂直減震器和一組水平減震器，此類減震器內有油壓機構，以降低來自導軌或車輛的不必要振動。煞車碟為電力及液壓煞車。轉向架總重：2730 公斤。
- (八) 電聯車之自動控制設備利用車頂及車下各兩具 MDR 天線，共計有四具天線透過自動選擇開關與道旁 Region ATC 進行自動控制訊號接收與通訊，因為四具天線功能相同，可有效提高列車通訊之可靠度。
- (九) 列車控制原理：
- (1) 在一般的情況下，以低於土建速限 3.3 kph 的速度為列車預設之車速，VATO 透過 WTB (wired train bus) 傳送車速訊息給列車 TCC (Train Communication Control System)，TCC 將比對預設速度與實際速度的差異，控制列車的加減速，以達到控制列車車速的目的。
 - (2) 列車接近預定停靠的車站時，Vehicle ATC 將依照預定路線或 Region ATC 所指定的路線，來判斷列車停靠於車站時所佔用的位置，並計算列車目前位置至車站停靠位置的距離，藉此來控制列車進站的加減速，以達列車平穩停靠車站的目的。
 - (3) 列車障礙物偵測主要係以一個繼電器及兩個位於列車 AX 及 BY 端之極限開關來構成一偵測迴路，正常情況下極限開關維持在關閉狀態，如列車撞到障礙物，極限開關則會開啓，此將導致列車無牽引動力並緊急剎車，此時可由行控中心遙控重置障礙物警訊，使列車恢復正常行駛，若行控中心無法遙控重置，則需由維修人員現場手動重置或由手動駕駛面板將訊號 BYPASS。
- (十) 可攜帶式測試單元(PTU)連接電聯車上 ATC 進行測試：主要由道旁 ATC 模擬器(VAST)、可攜帶式測試裝置與輸出圖形機所組成。可攜帶式測試單元(PTU)主要是讓 PTU 程式與列車的 VATC 通訊裝置(VATO、VATP)及邏輯繼電器電路裝置執行列車上所有 PTU 的功能，提供顯示列車行進

相關紀錄與事件、偵測列車故障警訊，再利用輸出圖形機輸出數據、圖表提供檢修人員進行故障檢修、尋找故障點。



圖 4.1-3 可攜帶式測試單元(PTU)

(十一)未來內湖線行控中心電腦畫面操作方式與 Windows 作業系統操作方式類似，除部分設備畫面採圖像方式表現外，其他則採用表單及對話方塊的方式來進行操控。內湖線行控中心電腦畫面另一項特點，則是採用多種不同的顏色來表現事件的重要順序，但是多樣的顏色識別，未來將需花點時間來適應。

(1)每個電腦顯示畫面皆有下列五種資訊：

- ． 畫面的名稱。
- ． 所在目錄的位置。
- ． 主系統狀態。
- ． 中間為欲查詢的設備狀態。
- ． 最下方一行顯示現存警訊。

(2)操控軟體的控制主畫面共有 7 個：

- ． 管理(Administrative)。
- ． 列車控制(Train control)。

- ． 車站控制(Station control)。
- ． 運轉控制(Traffic control)。
- ． 電力控制(PDS)。
- ． 選擇系統狀態(Select System Mode)。
- ． 環境控制系統(Environmental Control System Operation)。



圖 4.1-4 行控中心電腦畫面

(十二) 行控中心設備之緊急按鈕：在緊急狀況下爲了維持系統運轉安全，行控中心設備操作員必要時，按下位於控制面板上之緊急按鈕(emergency pushbutton)，當緊急按鈕被按下時，列車將收到零速指令，軌道上的轉轍器將被鎖定，同時系統亦會移除牽引力動力。

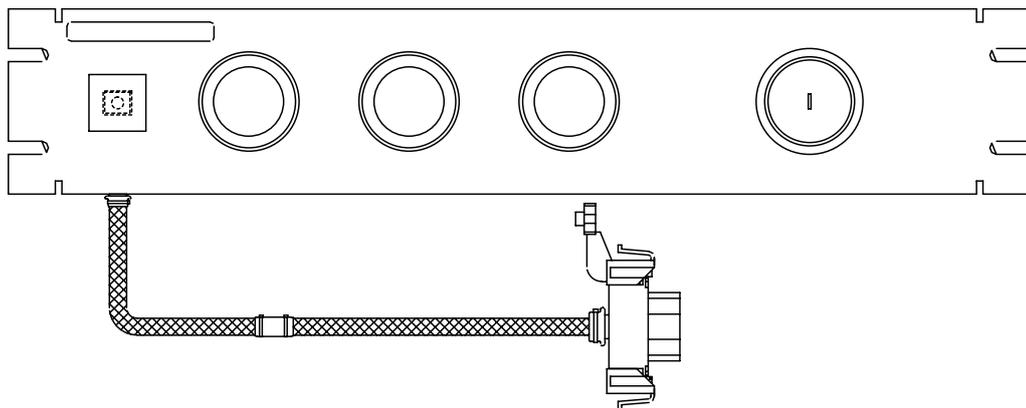


圖 4.1-5 控制面板總成

(十二) 木柵內湖道旁 ATC 架構(Wayside ATC Overview)：

(1)木柵及內湖線畫分成 6 個 Region，分別爲內湖機廠、B5-B11、

BR1-B4、BR2-BR7、BR8-BR13 及木柵機廠。每個 Region 的 ATP、ATO、BDR 機箱，則集中設於該 Region 控管車站中的其中一站，Region 1 至 Region 6 其設備機箱設置車站分別為：分別為內湖機廠、B8、B2、BR4、BR10 及木柵機廠。

(2)主要子系統(Automatic Train Control Major Subsystems)：列車自動控制系統透過 4 個重要的子系統，來完成無人自動駕駛的工作，這 4 個主要子系統包括：行控中心、道旁 ATC 系統、無線電與道旁的傳輸網路系統(TNS)及車輛 ATC 系統。其中 Region ATP 控制與安全相關的月台門控制機箱及轉轍器邏輯機箱之操作，Region ATO 則控制接收 RATP 之連鎖路徑指令，並監控全部列車之行駛速度及位置。Region ATO 與 Region ATP 並不直接溝通，而是透過 TNS 來進行溝通，另其與其他 Region ATC 之資訊交換，亦透過 TNS 來完成。

(3) 道旁 ATP(Region ATP) 機箱之組成：VME(Versa Modular Eurocard)x2。連接器面板總成(Connector Panel Assemblies)x2。終端盒面板(Terminal Block Panel)系統 A 及 B。就地模式面板。斷路器面板 x2。電源供應插座。維生系統繼電器 x4。突波保護終端模組總成 x2。220V 交流電源座總成。10.機箱 24V 及 36V 電源供應器。

(十三) Region ATC system

(1)整個系統由六個分區 ATC 分區構成，一區位在木柵機廠，一區位在內湖機廠設備區，其他四區位於整個系統規劃的主要車站。各分區 ATC 系統，由主要與備用(備援用)ATC 系統構成。每部主要與備用 ATC 系統，包括 ATO、ATP 與 BDR。這項配置將系統分為六區，每區由專屬的分區 ATC 負責管理。RATC 系統控制功能如圖一所示包含分區自動列車保護(ATP)與分區自動列車操控(ATO)，分區自動列車保護(ATP)主要負責列車的位置，保護列車的行進安全防止追撞、確認列車行駛路徑以及控制轉轍器、確認列車初始化、限制列車行駛速

度、執行道旁設備相關介面裝置偵測、監視車站月台門及緊急門狀態防止旅客闖入藉此防範意外發生，以及機廠區列車位置偵測。

(2)Region ATO system：分區 ATC 有獨立的 ATO 子系統，稱為分區 ATO。每部分區 ATO 子系統，包括獨立的主要與備用系統。主要與備用分區 ATO 系統，能從所屬分區收集資料，但是唯有當值的系統才能發出指令和要求。分區 ATO 執行引導列車行進方向和車站運作的非安全功能。基於支援這些功能，分區 ATO 負責針對道旁的不同裝置，與 ATP 進行各種非安全性的列車行進控制指令與命令確認。每部分區 ATO 的相關系統狀態和控制資料，均在經過處理之後，送回行控中心的 ATS，在該處顯示系統的更新狀態。分區 ATO 經由 Transmission Network System(TNC)接收分區 ATP 指令負責功能如下：控制月台門開關、管理列車路線、列車初始化、列車停靠站時間、旅客資訊顯示、行控中心與分區 ATP 之間傳輸界面、現場設備警訊回傳至行控中心。

(十四) CITYFLO 650 之 Region 道旁設備針對列車位置分別由 RATP 與 TRS 獨立監控，兩套設備有其獨立之 Tag Reader 進行列車 ID 讀取，故若 Region ATP 故障，只要進行 RATP 重置，無須手動駕駛該 Region 全部列車進行初始化，系統會依據 TRS 內之資料將該 Region 之列車數量資料回送 RATP，該 Region 即可繼續自動駕駛與控制電聯車。

(十五) Region ATP 系統軟體模組共有 15 個，其中比較重要包括有：

(1)轉轍器控制：當轉轍器上有列車佔用時，周圍區域之閘門將被關閉。

(2)閘門控制：在 Region ATO 未要求改變閘門狀態或未實際被佔用時，閘門將保持關閉狀態，在 ATO 要求一連鎖路徑時，將視列車位置，再決定閘門之開關，如圖中 TrainB 及 TrainD 違反轉轍器位置（無路徑），故閘門 D 及閘門 B 將關閉，TrainB 及 TrainD 無法通行。

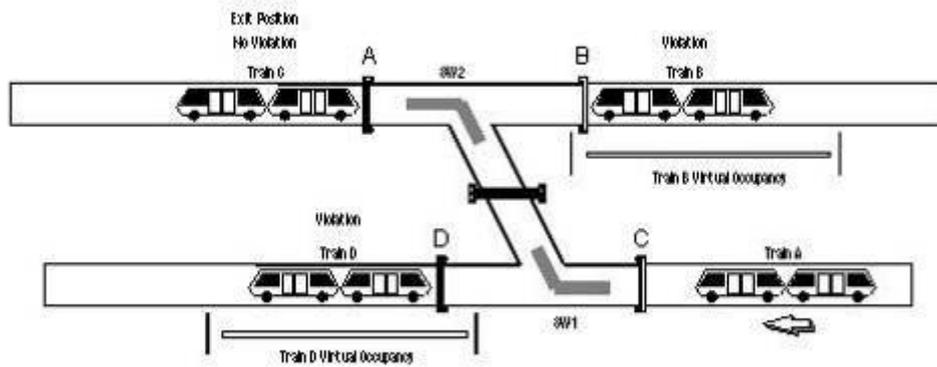


圖 4.1-6 閘門控制方式

(3)月台門控制：列車停靠月台時，若無法對準月台門，此時 Region ATP 將對列車傳送零速度指令，使列車無法離站，須由行控中心下指令取消，方可離站。

(十六) Inductive Loop、Check Point 及 TRS Reader 課程內容重點：如圖 4.1-7 至圖 4.1-9 所示，Inductive Loop、Check Point 及 TRS Reader 全線分佈圖，Inductive Loop 分佈於機廠區以及正線區域與區域之邊界，機廠區之 Inductive Loop 為固定區間，當列車到達此區域即宣告佔阻，正線區域邊界與邊界之 Inductive Loop 其主要功能為偵測列車方向，恢復列車與區域自動列車保護 RATP 之通訊，Check Point 及 TRS Reader 主要負責監測列車位置及列車註冊功能，正線之 Inductive Loop 迴路長度不一決定於列車行駛速度。

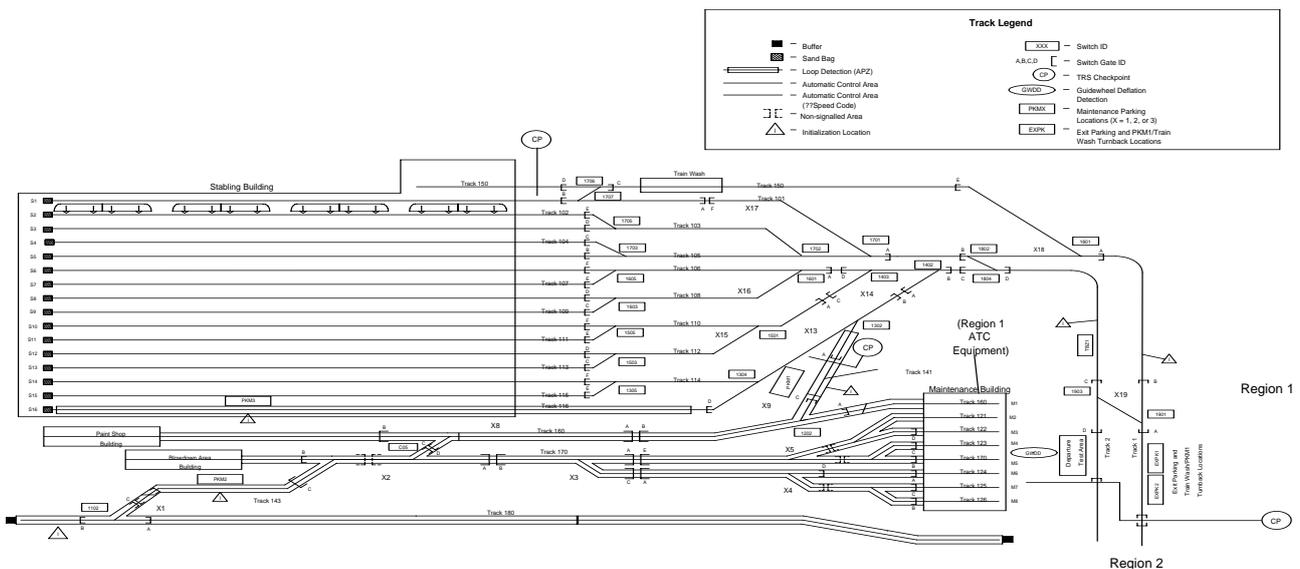


圖 4.1-7 內湖機廠道旁設備配置圖

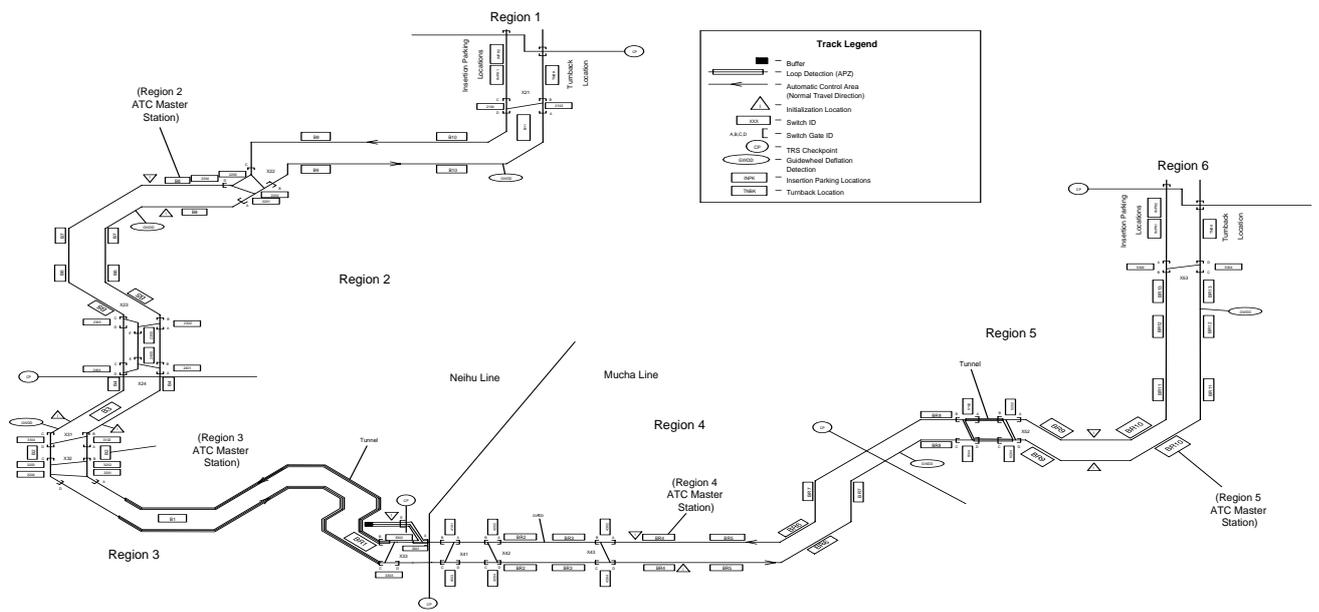


圖 4.1-8 正線道旁設備配置圖

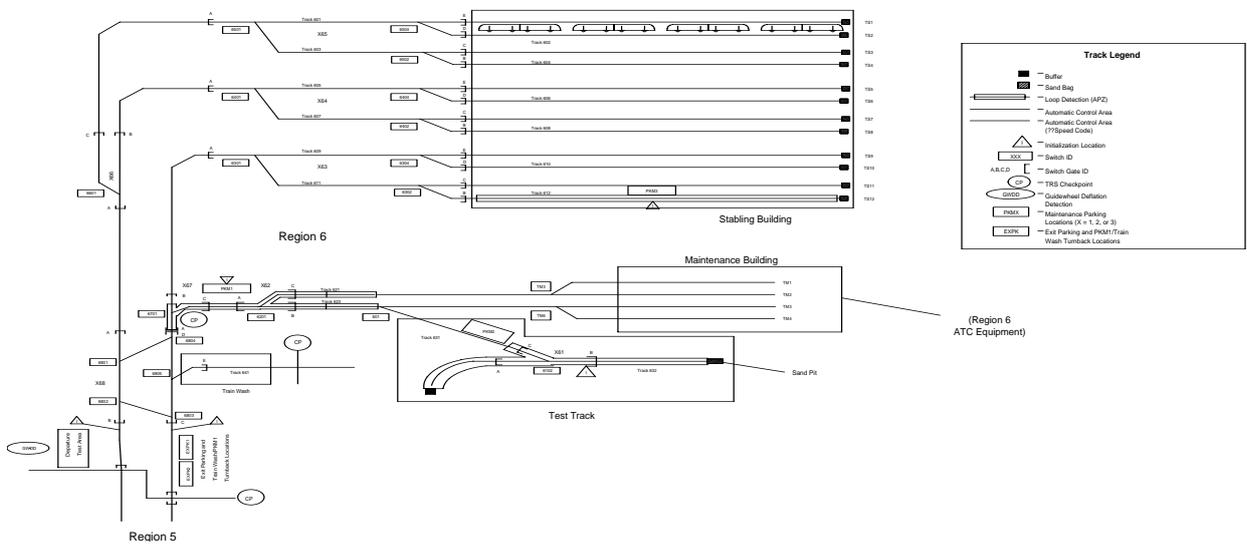


圖 4.1-9 木柵機廠道旁設備配置圖

(十七) 電聯車空調設備功能課程之重點：

為使列車箱內的溫度降低，達到冷房的效果，壓縮機把冷媒壓縮成高溫高壓氣態，然後進入冷凝器，冷凝器將壓縮機送來的高溫高壓汽態冷媒冷卻，使其液化成爲液態冷媒的場所。經由冷凝器散熱所放出的熱量爲冷

媒在列車空調箱內的蒸發器汽化時所吸收的熱量與壓縮機將低壓低溫氣態冷媒壓縮成高壓高溫氣態冷媒所需熱量之和。也就是說冷凝器的散熱效果愈強，則蒸發器冷房能力也愈佳。因空氣對流效果帶走冷媒的熱量，成為高壓低溫液態冷媒，再流入貯液筒，這貯液筒內含有乾燥劑，所以可以把水份吸收，然後進入膨脹閥，冷媒流過膨脹閥後壓力降低變成低壓低溫液態，吸收列車箱內熱空氣後，造成冷媒吸熱蒸發汽化，借由鼓風機吹過蒸發器吹出冷風使列車箱內溫度降低，汽化後的冷媒再度由壓縮機吸入完成循環。

(十八) 舊金山機場 AirTrain 系統設置 2 具地震偵測設備，如地震強度達超過 0.1G(約為 5 級地震)上時，系統自動命令列車停止運轉，以維護安全，此項設計能有效於地震發生時之第一進行應變措施，避免發生處理延誤之風險。

(十九) 舊金山機場 AirTrain 系統之夜道旁維修工作，軌道旁固定距離(約 10 公尺)皆設置照明設備(可以由行控中心遙控開關)，方便夜間維修人員工作。



圖 4.1-10 舊金山機場 AirTrain 系統之軌道照明

4.2 建議事項

(一) 有關列車緊急應變隨車配備:舊金山機場 AirTrain 系統之電聯車隨車配置行李標示牌箱，於緊急事件疏散旅客時，因旅客僅能攜帶隨身輕便行李，大型行李則由工作人員以行李標示牌進行標示，並將同編號之標示牌給旅客留存作為後續領取行李之依據。另電聯車上亦隨車配置有緊急搶修工具與物品及列車事故狀態紀錄本，以利進行事故處理及相關狀態紀錄。



圖 4.2-1 行李標示牌箱及緊急搶修工具



圖 4.2-2 緊急搶修工具包內工具

(二) 訓練方面:舊金山機場 AirTrain 系統建置有行車控制模擬系統，可提供控制員進行各項基礎操作訓練，包括列車調度、車站設備監控、電力控制等操作訓練，該系統僅以一台個人電腦即能模擬行車控制，可提高控制員對於系統操作之熟悉度、降低系統實作訓練之風險。

(三) 充份的利用機具減少勞動傷害及增加工作率

舊金山機場 AirTrain 系統:在勞工安全及提增工作效率方面:舊金山 Air Train 系統對於列車門的拆裝及檢修並不以人力方式拆卸，充份的利用機具。不僅可減少了勞工災害發生的可能亦可減少檢修人力及設備檢修時間。



圖 4.2-3 車門頂昇機

(四) 對安全的注重方面: :

舊金山機場 AirTrain 系統於維修廠工作皆必需戴工程帽及護目鏡，以保障人身安全減少工安事件。使用正確的配備。拆卸較為精密機構時，維修人員並不是使用一般棉質手套，而是使用工業專用防油脂且觸感良好的工業專用橡膠手套，在組合較精密零件時較不會有偏差。



圖 4.2-4 對維修人員安全的注重



圖 4.2-5 對學員安全的注重



圖 4.2-6 使用工業專用之橡膠手套拆卸組合較精密零組件

(五) 工作場所安全的注重:

舊金山機場 AirTrain 系統於維修廠檢修之電聯車供電中時，維修走道之警示燈會亮起紅燈及軌道中央導電軌亦有醒目之紅色 LED 燈來警示維修人員要注意供電狀態。



圖 4.2-7 電軌旁架設 LED 提示供電狀態

(六) 龐巴迪公司對於各種天線含(沿線佈設之洩波電纜)的故障偵測，使用一射頻量測儀來偵測設備故障情形，該設備可量測多種線路及天線之 RF 訊號，藉由量測設備訊號之強弱變化，可判斷設備是否正常或線路之故障位置，對於未來檢修人員查修故障將有非常大的助益。



圖 4.2-8 頻譜分析儀的操作

(七) 設置在導軌沿線，收錄資料包括本身在移動區塊座標(MBC)上的位置，並提供車輛相關 ATC 訊息的基準點(NP)，及裝置在列車行走輪上的胎壓偵測器，其內部都裝有電池以提供電子電路發送相關訊號，而電池的壽命都在 5 ~ 7 年左右，而且電池都是不可更換的，若電池壽命沒了即要整個設備更換，建議營運時要作好汰換時程，避免同時需大量的更換所有的設備。

(八) 龐巴迪公司於匹茲堡組裝工廠的測試軌內，其電聯車導電軌上，其是以材
值較輕的長條型鋁塊用螺絲固定於電軌鋼構溝槽內，不同於木柵線是以銅電
纜串接當導體，因鋁塊的截面積較大，有助於提供穩定的電力，鋁塊的串接
亦有助於二段電軌鋼構間之結構加強。



圖 4.2-9 電軌鋼構溝槽內輔以長條型鋁塊

(九) 電聯車內部配線繁多且多處經過尖銳的轉角，未加以安裝軟像膠墊片，易
造成日後電線斷裂而不易查覺。



圖 4.2-10 電聯車內部配線

(十) 最新系統之訓練環境問題：

內湖線所使用之 CITYFLO 650 號誌系統，雖然 BOMBARDIER 公司已有舊金山與達拉斯等地之營運操作實機，不過由於內湖線係採公開招標，市府為整合木柵線既有資源與路線之延伸，故要求內湖線工程需與木柵線既有系統相容及增加若干國內捷運營運之經驗與建議，據此，BOMBARDIER 必須進行若干系統修正與設計作業，因此當受訓人員赴國外訓練所見之設備與操作環境均與未來內湖線所提供之設備有若干之不同，並且由於內湖線因土

本工程之延遲與展期，機電系統標刻正趕工進行中，故機電標之相關設備與設定尚屬不穩定之磨合階段。

例如當進行行控中心電腦實際上機操作時，因為現場只有 2 台行控操作工作站，由於現場實際上並無實體電聯車及車站設備，工作站其外部訊號（電聯車及車站訊號）係由模擬訊號提供，經實際操作行控中心電腦，可能係外部模擬訊號與行控電腦介面問題，常常發生無法操控電聯車與車站設備現象，另外亦發現電力系統與環控系統亦未完全於系統中建立模擬訊號，故實際上機操作僅能初步瞭解行控中心各畫面之顯示內容，對於正確掌握及操作現場各項設備，尚須於未來內湖線硬體設備安裝完成後，於內湖機廠實際進行設定與整合測試後才能更進一步學習。

至於其餘道旁設備，亦僅只於現場測試軌安裝部分設備，因測試軌僅為一個小區間，其設置之控制與操作設備亦為簡易型，與未來全線所需安裝之設備亦不同，雖然 BOMBARDIER 公司已有舊金山與達拉斯等地之營運操作實機，但舊金山之系統設備為舊形式與內湖線均不相同；而達拉斯機場雖然為新型系統，然受制於國際恐怖攻擊事件之影響，國際機場管制更趨嚴格，無法安排與進行有效之訓練。故以本次國外訓練係學習新知與瞭解相關系統之操作為主，對於內湖線之實際操作與營運，受限於大環境及工程因素，只能由其他相似性之設備與操作來學習。

（十一）訓練講師之專業學識問題：

BOMBARDIER 公司其內部組織有一專責之訓練部門，內湖線之訓練作業係為訓練部門權責，故所有訓練課程均由訓練部門之講師負責執行，但一個無人駕駛之捷運系統其原理與功能架構，或許 BOMBARDIER 公司之訓練師可以很快學習與瞭解，由於本公司本梯次受訓學員皆為現場實際負責維修與操作之工程師，對於系統各項設備與元件均欲進行更細部之瞭解與功能探討，因此常常發生受訓講師無法回答我們所提出之問題，而必須先行記錄下來再向相關設計部門工程師詢問之狀況發生。

為改善訓練成效本公司立即向訓練承辦負責人 Richard Boehm 反應，要求針對本梯次 Trainers & Key Engineers 人員進行深入之細節介紹，以充分學習如何有效維修與操作 CITYFLO 650 為本梯次之主要目標；Richard Boehm 亦回應瞭解本公司對學習新系統之熱切期待，將於基礎課程結束後再安排各系統之專業工程師及現場作業技術人員依各系統進行詳細之課程講解，惟最後僅有三天 BOMBARDIER 公司安排各子系統之工程師，每位工程師 2 小時進行問題提問。在此建議針對實際負責現場維修之受訓學員，其相對訓練講師亦應以專業工程師為宜，因為本公司之受訓學員有許多維修與操作之實際經驗，如能與各子系統之專業設計與維護講師進行訓練交流，可以先行瞭解設計者之設計理念，而 BOMBARDIER 公司亦可瞭解本公司之營運與維護重點，對於未來內湖線工程之整合運作，以及本公司後續之營運與操作均有很大之助益。

(十二) 新系統與設備之精進問題：

內湖線之系統供應商 BOMBARDIER 公司最新一代之號誌系統稱為 Flexiblok，而 Flexiblok 之名稱是由 flexible（彈性）及 block（閉塞區間）兩字混合而成。與傳統之固定式閉塞區間（Fixed block）不同，Flexiblok 既不需要標準軌道電路也不需要列車司機員。列車與道旁間之通訊不是經由固定之軌道電路，而是透過一種非接觸雙向傳輸之通訊媒介。

BOMBARDIER 公司之 Flexiblok 是移動式閉塞區間（Moving Block ,MB），亦通稱通訊式列車控制系統（Communications Based Train Control System ,CBTC）。列車之移動是連續方式以達移動式閉塞區間之理念，而透過 RF（Radio Frequency）通訊方式進行列車與道旁之間控制資訊傳送。

目前該公司最新之商業運轉系統型號是 CITYFLO 650，係採用 2.4GHz 之無線通訊系統進行道旁行車號誌與電聯車間通訊與控制，使用道旁區段（Segment）之概念，區段是由道旁坡度、長度、月台位置、轉轍器位置、

區域 (Region) 邊界及逃生走道之數值來計算，於移動式閉塞區間座標系統中每一個基準都依其安裝於道旁位置分別有不同位置資訊。列車之基準接收天線發射 RF 信號予道旁佈置之基準點，然後列車可收到目前之位置座標，列車沿著路線行進時，列車定期讀取嵌入基準點標籤的移動式閉塞區間座標系統資訊，再利用轉速計得出的位置，與移動式閉塞區間座標系統做對照確認。

內湖線號誌系統以移動式閉塞區間為設計理念，其與目前木柵線固定式閉塞區間最大之差異為軌道上並無閉塞區間之固定定位設備，且無固定之速度碼。未來中運量全線使用無線電系統進行號誌控制，電聯車訊號亦以無線電系統進行訊號傳輸，因此，針對無線電系統如何進行訊號傳送之原理與資料正確性，以及無線電相關附屬元件之連接方式與可靠度確保問題，將是未來新號誌系統是否能正常運作之重要關鍵。

目前本公司對於無線電系統之人才亦僅限於通訊設備 (無線電手機)，且尚有許多係由外包廠商負責，後續對於 CITYFLO 650 行車號誌無線電之通訊與控制訊號專業人員恐有不足，建議應於通車前先規劃負責道旁與電聯車設備維護之適當人力進行 2.4GHz 無線電通訊系統之一般專業與維修訓練，完成無線電基礎訓練後，後續接手維護內湖線系統時，對於各項故障才能夠透過通訊解碼適時發掘故障問題之所在，而不會因偶發性通訊訊號之遺漏，而造成許多故障無法明確釐清故障根源，進行有效之故障排除。

(十三) 營運管理問題：

舊金山 AirTrain 系統共計有 9 座車站、電聯車共有 38 個車廂，尖峰時期僅需使用 28 個車廂，其維修人員配置精簡，維修人員僅分早、中、晚三班，每位維修人員均需負責電聯車及道旁所有設備之維修作業，而電聯車之預防保養依哩程區分為 6500、19500、39000、78000、25000 等進行，道旁設備亦依時程進行預防保養；依其目前之作業，維修人力 94% 係進行預防保養作業，僅有 6% 進行故障檢修，其原因為 BOMBARDIER 公

司之區域工作分配，舊金山現場維修人員僅將故障狀況（燈號、現象）記錄下來，就將整個組件後送匹茲堡工廠處理，現場維修人員對於故障燈號之含意與邏輯可以說是不知道，現場維修單位之工作為簡單之例行性保養作業，其公司之分工將設備研究與故障排除均由匹茲堡組裝工廠負責，而由單一匹茲堡工廠及負責研究開發與組件維修，如此可以將工作單純化與效率化。

對於非 BOMBARDIER 公司自行設計生產之設備，該公司亦將其維修作業委由原製造商或外包商負責，例如：行控電腦與網路設備均由其他供應商提供，BOMBARDIER 公司依供應商之維修意見，將維修等級分為客戶自行更換（CRU）、維修人員更換（FRU）及經銷商更換（DRU）三部分，完全接受供應商之意見，而未進行自行研究與修改。相對於本公司為捷運營運維護單位，從市府捷運工程局手中交接各種不同之系統與設備，很多設備在國內並無代理商可提供技術支援，現場維修人員除需進行例行之維護保養外，尚須進行故障排除與精進研究，在有限之人力與物資下無法有效進行深入之研究，而研發中心又需負責全公司之系統版件維修，亦無法針對單一系統作全面之研究與開發，且原廠亦常於電路版件中設計一些防護措施以防複製與破解，故本公司之後續維護作業會有部分需受制於原廠，為求突破本公司應透過國內產業，積極尋求協助以利開發國內替代品及商源，除可使技術轉移外更可降低物料採購成本。

（十四）CFMS(Cityflo Monitoring System)設備為一診斷工具，RATP 基於記錄資料之目的，將系統資料傳送至 CFMS。因此，可檢閱、分析、記錄與重閱所選擇 RATO、RATP、VATO 與 VATP 之間的訊息。現場測試規劃時將使用本項工具，以便收集資料與分析。於行控中心設備文件中未見設置，建議於龐巴迪公司完成所有設備測試時，亦列入移交設備項。