

ISSN 1011-6850

TAIWAN RAILWAY JOURNAL

TRJ

臺鐵資料

季刊

357

Jun. 2016
Summer



交通部臺灣鐵路管理局
TAIWAN RAILWAYS ADMINISTRATION, MOTC

目錄 Contents

從富岡基地興建中精進潮州基地設計之作為.....	周子超	1
Improvement the Design of Chaozhou Railway Workshop from the Construction of Fugang Railway Workshop.....	Chou, Tzu -Chao	
臺鐵號誌電源系統之探討.....	郭宇智	23
Investigate of the Semaphore Power System on Taiwan Railways Administration	Kuo, Yu-Chih	
日本鐵道轉乘接駁之「振替輸送」制度探討 - 以小田急電鐵為例.....	余偉成.李坤光	43
An Analysis of “Transit/Transfer Passengers Procedure” in Japan – The Example of Odakyu Electric Railway.....	Yu, Wei-Cheng. Li, Kun-Kuang	
軌道系統車次名之解構.....	葉宇倩.楊凱評.葉宗翰.廖修筠	57
The Deconstruction of the Train Number of Railway System.....	Ye, Yu-Cian. Yang, Kai-Ping. Ye, Zong-Han. Liao, Shiou-Yun	
台北車站 B1 層導引指標系統及人行通道改善前後滿意度調查.....	劉嘉倫.蕭再安	75
.....	Liu, Chia-Lun. Tzay-An Shiau	
A Survey of Satisfaction before and after the Improvement of Guiding Indices System and Walkways at the B1 Floor in Taipei Main Station		

從富岡基地興建中精進潮州基地設計之作為

Improvement the Design of Chaozhou Railway Workshop from the Construction of Fugang Railway Workshop

周子超 Chou,Tzu -Chao¹

地址：10041 臺北市中正區北平西路 3 號

Address：No. 3, Beiping W. Rd., Zhongzheng Dist., Taipei City 10041, Taiwan

電話(TEL)：(02)23815226 轉 4089

電子信箱(E-Mail)：0706801@railway.gov.tw

摘要

從臺鐵富岡基地興建經驗發現，當設計評估越詳盡，後續施工階段的不確定因子越少，整體工程時間成本與風險亦會降低，臺鐵局首次導入建築資訊模型技術(BIM)於潮州基地設計階段，利用 3D 虛擬實境與協同作業，可利於檢視設計成果是否符合設計需求、車輛檢修空間模擬、管線碰撞衝突檢測及整體工程期程管控，同時於設計階段邀集未來使用單位參與，共同研討設計問題、協同檢討設計需求與排除障礙，並運用 3D 視覺化方式，促使各單位間溝通順暢，俾於設計階段即有效消弭介面衝突，提高設計精確度，降低施工階段風險，以期如期如質如度完工及提升臺鐵局建設品質效益。

關鍵詞：建築資訊模型、設計溝通、資訊整合

¹ 臺鐵局 專案工程處 技術員

Abstract

We can find the experience from building Fugang Railway Workshop, the more elaborate of designing, the more conditions we can control, and also we can reduce the cost of time and the risk. TRA uses the Building information modeling (BIM) when the stage of designing Chaozhou Railway Workshop first time, using 3D virtual reality and collaborative working can search if the result of design meets the needs、simulation the space of vehicle maintenance、detect the collide of line collision and control the whole working schedule. At the same time, we can discuss the problems with user unit at the stage of designing, so we can review if the design meets the needs and solve difficulty together. We promote every units exchange opinions convenience by using 3D visualize technology. The BIM model can reduce interface conflict at the design stage、improve the accuracy of design and cut down the risk at the stage of construction, so we can complete the project on schedule and quality.

Keywords : *Building information modeling, design communication, information integration*

一、前言

臺鐵車輛維修基地原設置於臺北機廠、高雄機廠及花蓮機廠三處。其中因應高速鐵路通車，為紓解臺鐵局機車、車輛進出臺北機廠維修過軌干擾之問題，臺鐵局投資 155 億元，將「臺北機廠電聯車及柴電、電力機車檢修廠區」、「新竹機務段廠區」及「北區供應廠」等三單位整合於富岡基地，建立一現代化之車輛維修基地。惟陸續搬遷進駐後，使用單位發現基地內之廠房部分設計不當，造成維修作業之困擾，例如車體工場原本設計進行 4 輛車編組電聯車之維修線股道，即因空間(長度、高度及寬度)設計不足，以致將 4 節車廂拆解之後，該車廂必須停放在旁線，等待維修保養之情事，不僅造成維修作業上之困擾，亦致實際維修能量迄仍無法呈現原規劃應有之效益，雖然富岡基地的缺失部分已由施工、監造單位及設計單位檢討後，陸續改善恢復正常運作，但因設計不當造成維修作業不便及維修量能無法提升之影響甚大，尤以高雄機廠刻正規劃遷往潮州之際，故從富岡基地興建過程中切入幾個面向探討造成設計不當的原因，並提出一些精進潮州基地設計的對策與作為。

二、富岡基地遭遇問題之研討

2.1 過軌時限及建設期程緊迫

富岡基地為臺鐵局負責三級以上車輛維修機廠的第一個遷建案，在當時 97 年 12 月用地尚未取得，設計尚未啟動，且無類似工程案例可供參考或依循之情況下，要完成行政院核定「臺北機廠遷建設計畫-富岡基地」及臺北機廠南隧道交付高速鐵路使用之時程要求，並期望分別在 16 個月、24 個月、及 36 個月內達成「富岡基地」場區三階段完工啟用的里程碑，如圖 1 所示，實為一大挑戰，尤其是「機廠/柴電、電力機車工區完工啟用」之第一里程碑。

指標	管理目標
時程(進度)	「臺北機廠遷建設計畫-富岡基地」
	機廠/柴電、電力機車工區 99 年 04 月完工啟用
	機廠/電聯車工區、北區材料供應廠 99 年 12 月完工啟用
	基地其他場區與設施第一期工程 100 年 12 月完工啟用
預算(成本)	核定建設經費新台幣 135.5 億元

圖 1 富岡基地時程管理目標(中興工程顧問，2008)

依計畫里程碑要求，達成時程目標，本計畫爰用統包標的「快捷施工模式(Fast-Tracking)」之精神與作為，採用設計、施工併行之作業方式，以傳統發包加上適當之工程分標辦理(即以分階段設計、辦理工程採購)，不同發包方式之優缺點比較，如圖 2 所示。且為避免分標碎化造成契約介面與權責不清之缺點，並將部分標案合併招標辦理，降低分標造成權責不一的風險。

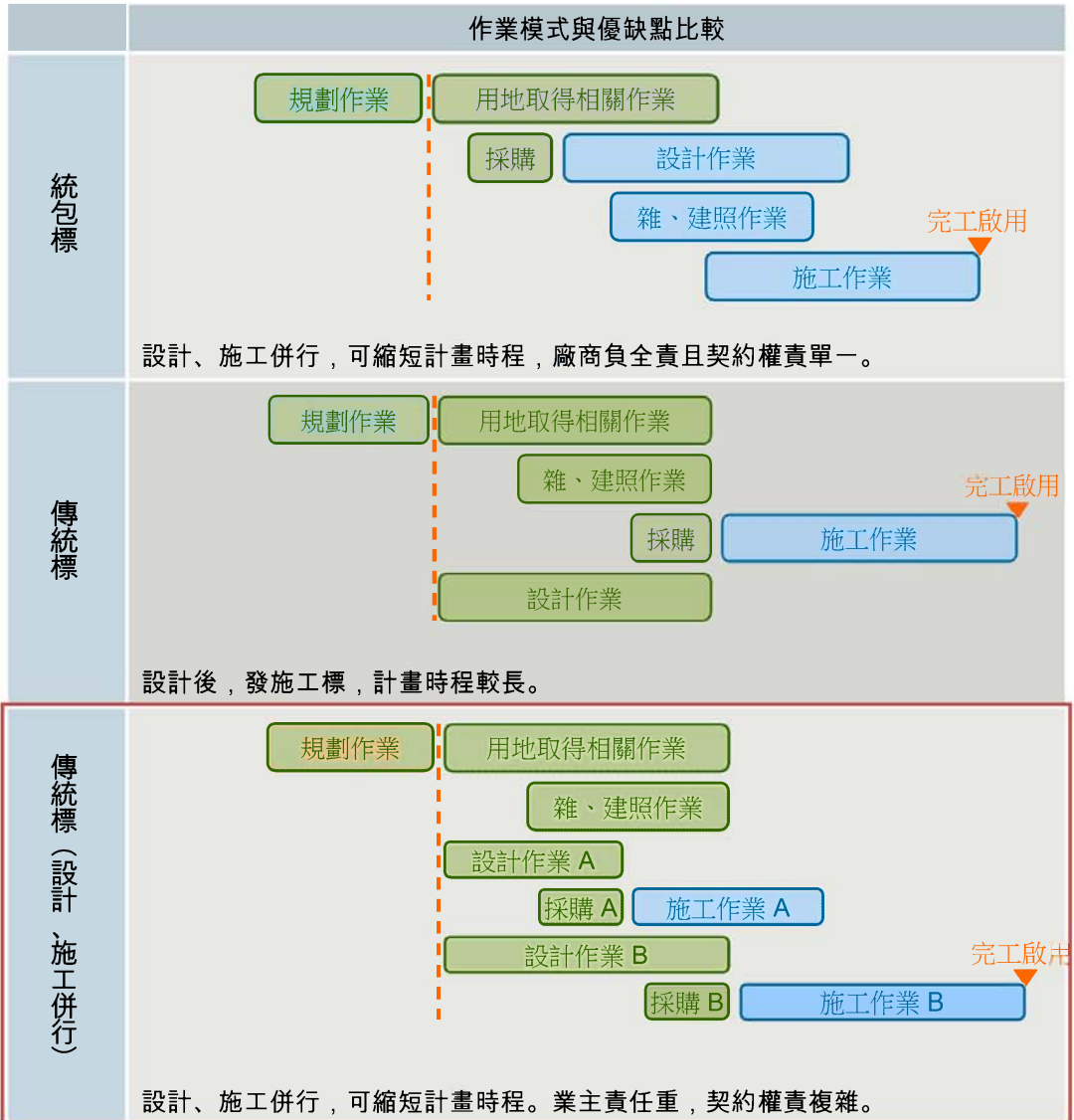


圖 2 統包、傳統發包方式比較(中興工程顧問，2008)

為達成「柴電、電力機車工區完工啟用」之第一個里程碑，需於 16 個月內完成設計、施工及啟用，且在不合整地工程及大規模平行施工作業之情況下，從土建廠商 NTP 進廠至柴電、電力機車工區完成測試與履勘，最少需要 9 個月時間，因此設計、雜、建照取得、及工程採購作業時間，必須在僅剩的 7 個月時間內完成，本基地開發許可，又明文規定「本案主要聯絡道路闢建完成後，始得核發雜項工程使用執照」，使得達成 99 年 4 月前完工啟用之第一階段里程碑，增添更高之困難度與不確定因素。在施工時間無法再壓縮情況下，只能縮

短設計、招標作業時間，採縮短設計、招標作業時程策略如下(如圖 3)：

- (1)依據綜合規劃成果(不再檢討)，直接進行設計作業。
- (2)縮短機廠土建工程之設計、招標作業時程，設計單位 NTP 後 1 個月即提送都市設計審議，並以設計成熟度 70~80%辦理採購(即基本設計發包)。
- (3)配合用地取得時程(無建築部分用地預定於 98 年 4 月取得)縮短整地工程之設計、招標作業時程，即整地工程標於 98 年 5 月初實質動工。

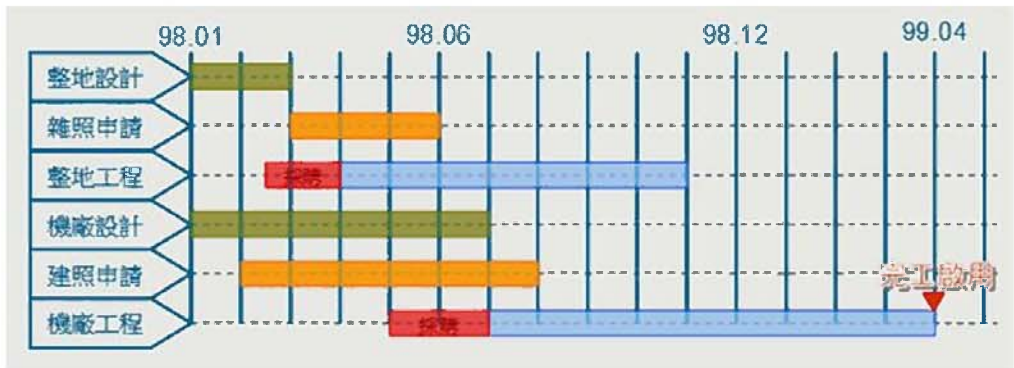


圖 3 機廠/柴電力機車(A4)工區 99 年 4 月完工啟用之作業規劃(中興工程顧問，2008)

檢修設備標亦採快捷施工模式，即在確認技術文件完整、功能需求無誤下，以實作實算計價方式，先行辦理公告招標作業，其餘不影響投標廠商報價及權益之詳細設計部分，俟得標之立約商提送明確之設備規格資料後，再由設計單位據以完成相關設備位置尺寸、基坑、機台及供水、供電之細部設計。土建標、機電標工程立約商則按完成之細部設計圖說進行施工及設備安裝作業，確保檢修設備標於 98 年底前完成招標作業。

設計作業採用快捷施工模式，而設計契約又無明確規範設計單位應提送管線統合套繪圖(CSD/SEM 圖)，亦無規範干涉分析工作，因此，設計階段失去掌握管線及設計衝突風險之先機，諸多設計問題落在施工階段才釐清，其耗費的成本與時間遠高於設計階段的设计更改。

2.2 從上而下的設計審查機制

為了達成時程目標，設計單位 NTP 即依據綜合規劃成果，不再檢討，直接進行設計作業，並為確保設計作業平順辦理，及避免於期末成果(細部設計，Design Development，DD)提送階段，推翻期初或稱基本設計的草案設計(Predesign，PD)及初步設計(Schematic Design，SD)訂定之功能或配置構想，故

成果審查之決策層級，採隨著設計發展由最高決策階層到使用者階層，如圖 4 所示，各階段提送設計成果內容，如圖 5 所示。

階段性設計成果	審查作業決策層級
期初成果	最高決策階層
期中成果	專案執行階層
期末成果	使用者階層

圖 4 階段性設計成果與審查決策層級(中興工程顧問，2008)

	提送內容	行政送審項目
期初送審	供確認機廠功能、配置及建築風貌	提送都市設計審議
期中送審	建築、機電設計成熟度 70%	提送候選綠建築證書審查
期末送審	設計成熟度 100%	提送件建造申請
期末定稿	採購招標文件	

圖 5 階段性設計提送內容與行政送審配套(中興工程顧問，2008)

因富岡基地的車輛維修流程規劃，應在「臺北機廠」檢修模式為基礎下發展設計，以「優化現行檢修流程」方式，進行維修流程、動線、檢修設備的設計需求研討，惟設計發展進行至期末設計(細部設計；設計成熟度達 100%)時，才交由使用者階層來協同審查期末設計，此階段所產生之圖說數量極為龐大，此致大部分使用者階層的參與人員(即未來實際操作人員)無法短時間直接從傳統 2D 之 CAD 設計圖指出設計錯誤及設計認知的差異，直到施工階段慢慢由實體浮現才被發現，造成施工階段變更設計頻繁原因之一。

三、富岡基地經驗回饋

傳統設計作業流程中，設計單位會延續綜合規劃報告成果，並與業主檢討設計需求後，再進行研究分析，內容須包括使用單位及業主的需求、建設經費限制、效益、所需設備以及初始成本估計，進而執行基本設計(包含 PD 及 SD)、細部設計(DD)以及施工詳圖(Construction Detailing, CD)，再進入招標及施工階段，如圖 6 所示。

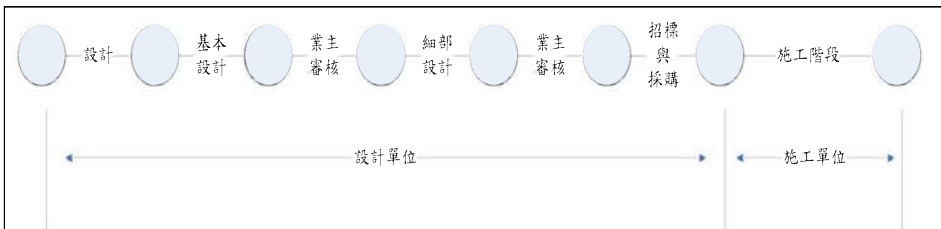


圖 6 傳統設計之一般作業程序(龐孝珊，2005)

由於富岡基地對於完工時間的需求十分嚴苛，採用快捷施工的方式進行，雖可做重疊作業邊設計邊施工，利用併行施工作業，可使整體設計與施工總和所需之總時程大幅縮短，但在邊設計邊施工的情形下，工程常需辦理變更設計，進而造成許多施工或時間上的衝突問題，如變更設計的辦理時程無法與現場工程進度相配合、變更設計之新增工項議價不成，影響後續作業等各種不同問題，導致施工階段的工進無法如期順利推展，進而提高本計畫之興建總成本(包含直接成本及間接成本)，由圖 7 可說明，營建生命週期在各階段中，若進行變更設計，各階段其所影響的時間與成本間比重程度，如影響程度曲線(線 1)在規劃階段程度最大，其次依序為草案設計(PD)、初步設計(SD)。而在傳統設計流程曲線(線 3)顯示，設計確認階段主要若在施工階段，但是施工階段才進行設計變更者，其需耗費較高額的成本與時間，且其效果遠低於規劃階段時的設計更改(曲線 2)，而欲解決上述問題，就必須在規劃及設計階段(PD、SD 及 DD)就有健全的工程整體規劃，而其中如何做好設計需求確認及時程規劃，應是最為重要的課題。若是設計階段未將問題釐清，產生各專業分工之間合作重疊的部分，形成模糊地帶，這些被隱藏的問題或錯誤，將隨著時間的發展逐漸擴大，並添增施工階段不確定的風險及各專業間整合的困難度，除可能造成興建成本增加外，更可能因此無法如期完工，所造成鉅大社會資源的損失，將可能是工程費用的倍數。

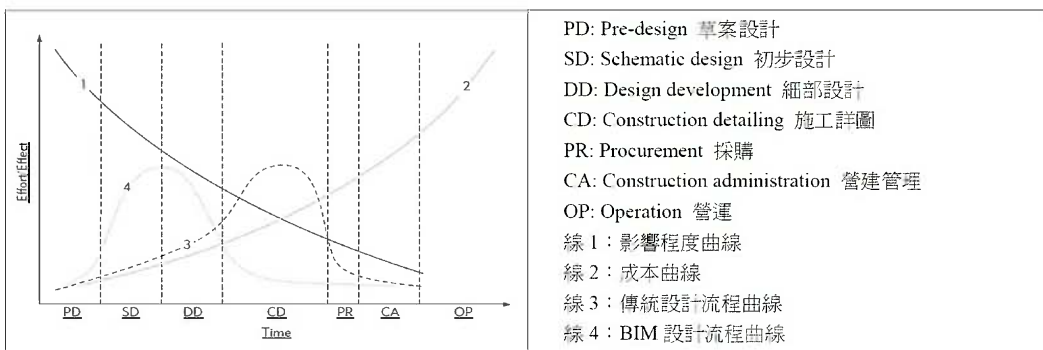


圖 7 建築生命週期各階段設計變更與成本影響圖(Eastman, 2011)

軌道車輛維修基地的興建工程，其不同國內一般傳統之土木建築興建工程，在於所涵蓋的專業領域較多及施工介面較複雜，除須整合土木、建築、機電、軌道、號誌系統、檢修設備、景觀等各類工程技術外，工程困難度及精準度高、施工廠商多而介面複雜、以設備安裝為導向而非土木建築工程、規模大且工作多樣化、品質要求較傳統營建工程高等。

從富岡基地興建過程中發現，維修基地佈局合理化及引進新穎檢修設備，皆應在「優化現行檢修流程」為基礎下推展後續規劃設計，這樣的設計成果才

能符合使用者階層實際維修車輛之需求。基本設計(PD 及 SD)是興建案發展的基礎，在整個生命週期中佔有最重要的地位，故將「關鍵團體」即使用者階層的參與時間應提前至初步設計階段(SD)，甚至更前的草案設計階段(PD)，因基本設計階段(PD 和 SD)的需求檢討與確認，往往左右整個興建案的成敗。

另檢視富岡基地的設計過程，設計單位與業主(專案工程處)、使用單位(臺北機廠及北區供應廠)的參與人員來自不同的領域背景，從各種土木建築相關專業人士至非專業人士，不同人員具有的知識、立場與態度等差異，而使設計需求溝通的困難度與複雜度提升，然而業主及使用單位的需求通常是含糊不清、缺乏架構性，導致設計需求轉化為設計規範，是複雜及反覆的過程。

Sadke-Schaub(2008)說明不同專業語言和不同背景導致溝通不良，加劇設計合作的複雜性，由於專業語言通常是精簡，對於其他不具備該專業知識的人產生溝通障礙，Fischer(2000)認為溝通失效起因於參與者具有不同的專業知識背景，並且使用不同的規範、符號、表達方式，產生未知領域的對稱(Symmetry of Ignorance)或稱為知識的不對稱(Asymmetry of Knowledge)，這因素造成大量設計需求的資訊無法隨著設計發展逐一落實於設計規範中，而且基本設計及細部設計設計階段所產生之圖說數量極為龐大，利用傳統 2D 之 CAD 設計圖之協調作業耗時費力，且大部分使用單位的參與人員無法直接從設計圖說獲得所須資訊，導致大部分認知上的差距，都等到施工期間慢慢由實體浮現才被發現，造成無謂的設計不當或設計錯誤。

這樣跨領域整合，再加上時程壓力，若以傳統的 2D 作業方式來表達，很難避免又發生類似富岡基地設計過程所發生的漏失與誤判，故潮州基地參考臺北市捷運工程局以建築資訊模型(Building Information Modeling; BIM)在萬大線結構設計之應用，將 BIM 技術導入於的設計階段，運用 3D 視覺化方式使設計圖說更加清明精細，促使設計及施工階段溝通順暢，以期如期如質如度完工及提升臺鐵建設品質效益。。

四、精進潮州基地設計作為

4.1 使用者階層參與設計研討

Hsu&Liu(2000)說明，由於初期決策的訂定，決策內容將成為設計的主要原則與特性、甚至是限制，會持續影響著往後的設計發展，並擴及整個生命週期，潮州基地於基本設計的草案設計(PD)階段，就請關鍵團隊(高雄機廠及南區供應廠)參與研討，並以專案工程處(業主)與機務處(使用單位的上級單位)聯席主持方式召開溝通平台會議，為此高雄機廠計畫已召開 6 次檢修流程及廠區配置研

討會議、2 次步行生活區及展示空間研討及 10 次溝通平台會議等，共同考量設計問題，協同執行設計需求檢討與排除障礙，縮短各單位間設計之認知差異與衝突，並將會議結論逐一落實於設計成果中，使得於基本設計的草案設計階段 (PD) 就可先排除設計認知差異的衝突風險，避免錯誤設計內容持續影響往後的設計發展；目前執行情形，已完成草案設計(PD)研討，並開始進行基本設計 (SD)，後續審查基本設計(SD)及細部設計(DD)成果時，亦會以此種模式持續辦理。

Gray&Hughes(2006)指出促使興建安成功的必要條件之一，就是透過不同專業知識的人員投入進行知識整合，讓來自各方的訊息能夠在沒有阻礙的情況下持續地交流，並且隨著設計的發展逐步累積該興建案的知識。考量設計過程的資訊成長模式，如表 1 所示，該表分別描述建築設計的前三階段的特性和說明該階段的資訊特徵與成長方式。大量的資訊在規劃階段產生，資訊量在此階段大幅成長，在基本設計階段持續成長和開始整合，至細部設計階段而趨緩。

表 1 設計階段資訊成長特性表(劉君毅，2005)

	特性	資訊量	穩定度	可靠度	重覆率	成長方式
規劃階段	-需要大量資訊進入 -此階段對於資訊的精確要求不嚴格，以擬定方針為主要目標。	高	中	低	低	線性
基本設計	-資訊範圍逐漸縮小，資訊需求亦較少。 -需求較高的準確性。 -相關專業技術人員介入，而開始整合其資訊。	中	低	中	中	階梯式
細部設計	-由初步設計之具體結論發展細部設計，需要高準確的知識。 -逐漸以最終資訊為主，至資訊成長終結。	低	高	高	高	線性

依據行政院核定「高雄機廠遷建潮州及原有廠址開發計畫」及配合高雄市鐵路地下化計畫將進出高雄機廠之東臨港線斷軌的時程要求，設計時間緊迫程度亦類似富岡基地，為加速基本設計的草案設計(PD)階段可快速整合設計需求資訊，及縮短設計成果與審查意見往返時間，因此，潮州基地於設計單位 NTP 後 1 個月內召開啟始會議，並先檢討綜合規劃畫內容，確定潮州基地改修電聯車之重要設計需求後，建構「資訊工程管理平台」(如圖 8~9)，提供設計需求、設計釋疑及設計圖說等相關資訊整合，使業主(專案工程處)、設計單位及局內相關單位(如機務處、材料處、高雄機廠及南區供應廠等)彼此之間溝通無障礙、無時差、可即時避免設計錯誤、節約能源並大幅增進效益。



圖 8. 資訊工程管理平台入口網頁



圖 9 資訊工程管理平台作業頁面

歷次會議在說明設計理念及設計成果的呈現，多利用視覺化的方式，如客車檢修流程圖(圖 10)、空調機維修動線圖(圖 11)、電聯車維修流程圖(圖 12)、步行生活區空間鳥瞰圖(圖 13~圖 14)及設備立體圖(圖 15)等，並透過充分溝通，共同考量設計問題，協同執行設計需求檢討與排除障礙，以達到設計初期階段(PD)就消弭各單位間大部分設計之認知差異與衝突，因當前面的設計評估越詳細，後續的不確定因子越小，時間與成本風險亦會降低，減少施工中變更設計頻率。

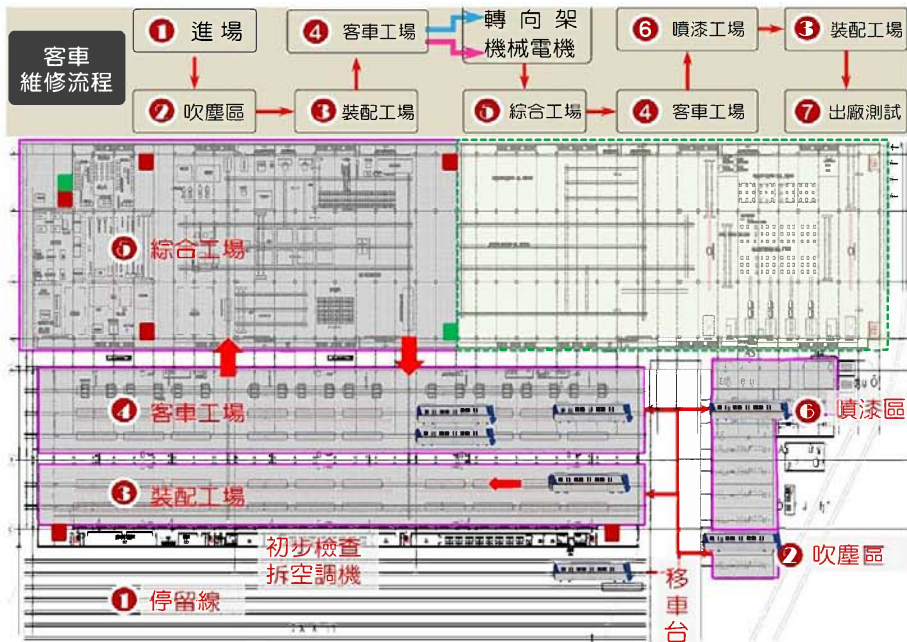


圖 10 客車檢修流程圖

空調機維修動線

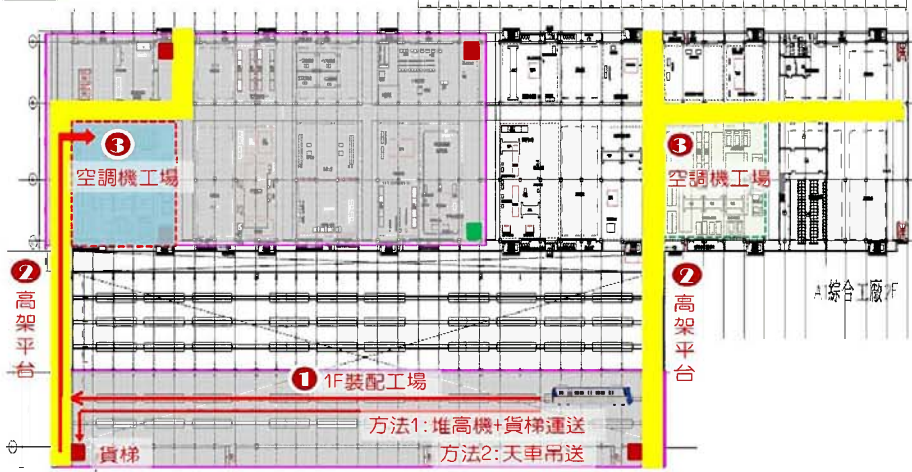


圖 11 空調機維修動線

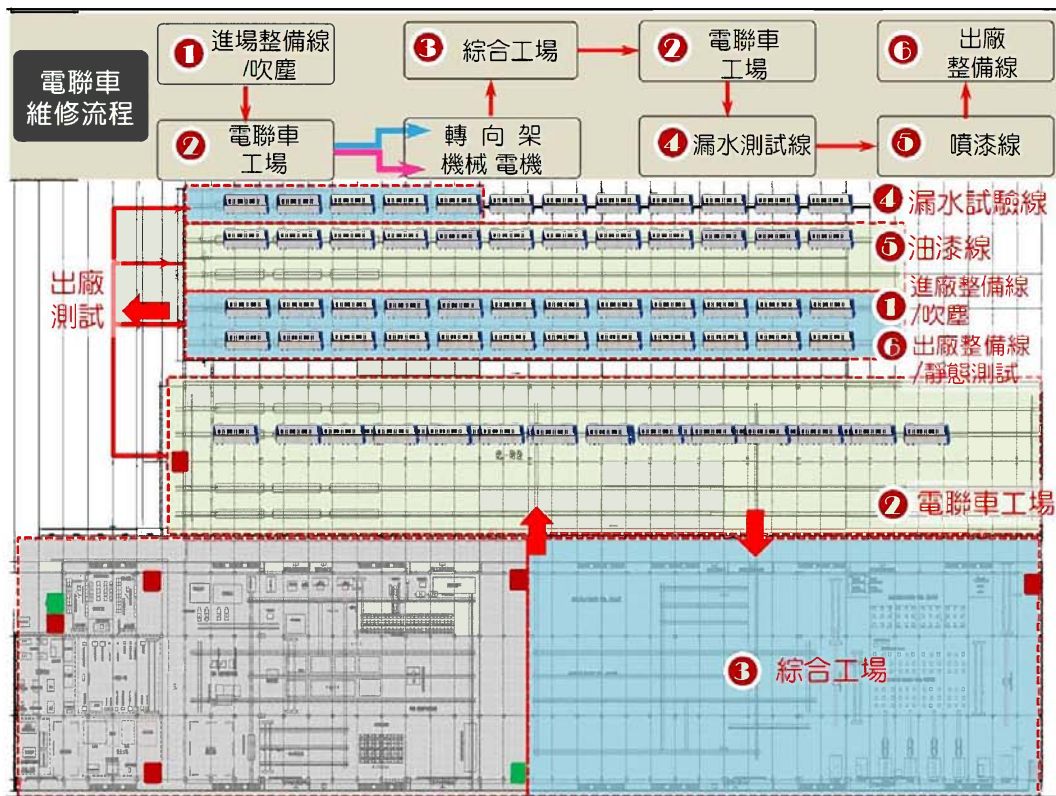


圖 12 電聯車維修流程圖



圖 13 步行生活區空間鳥瞰圖(1)

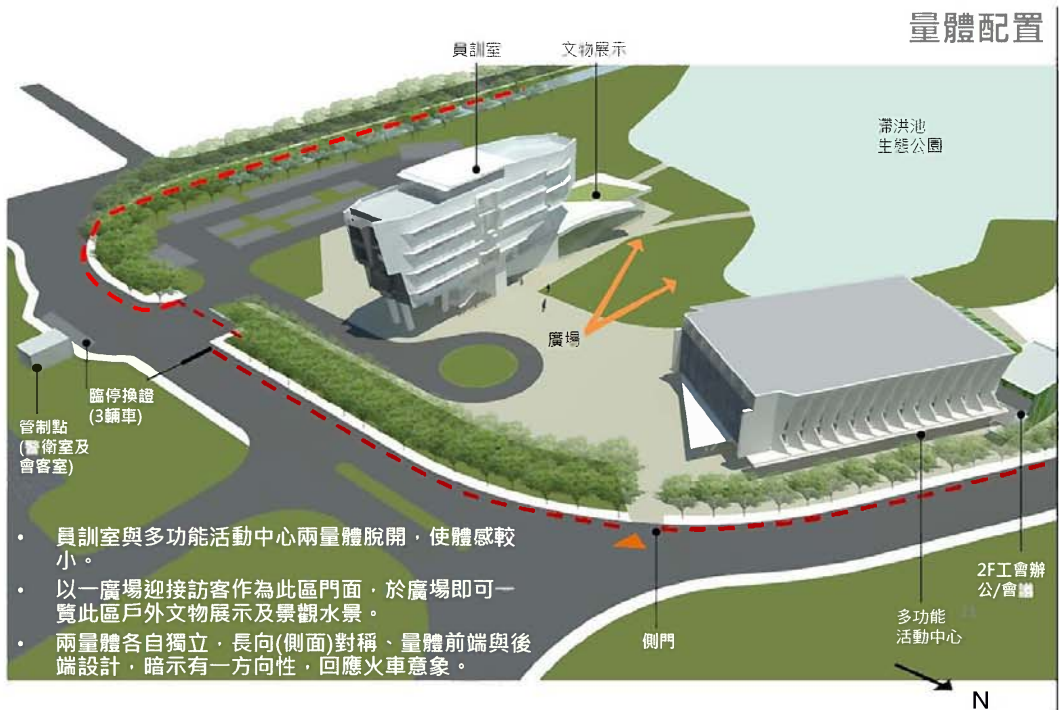


圖 14 步行生活區空間鳥瞰圖(2)

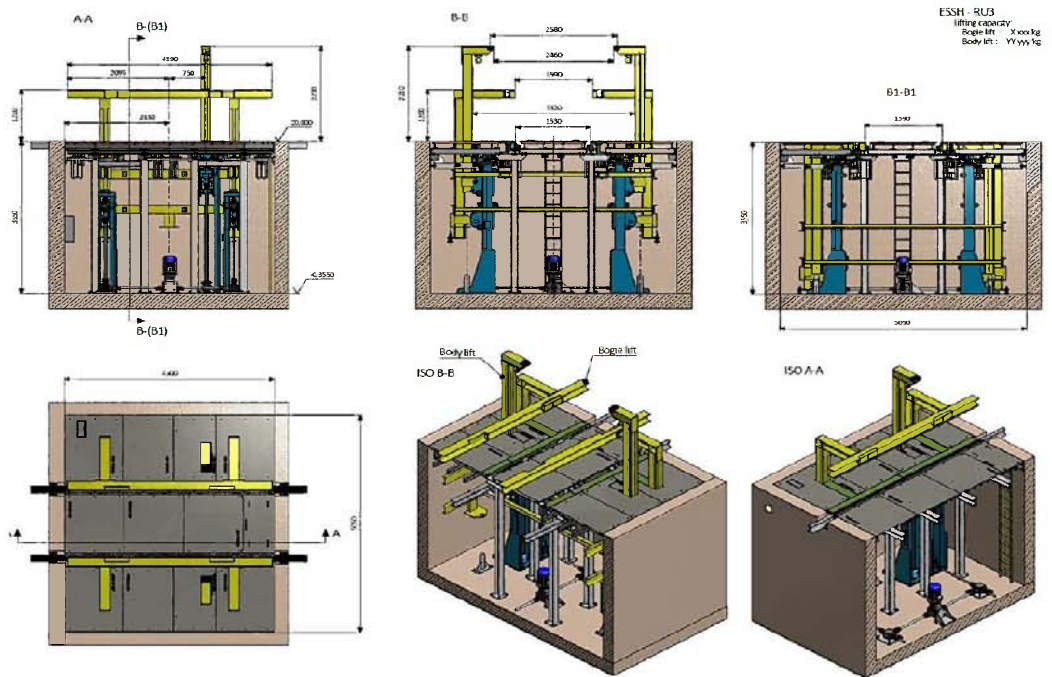


圖 15 同步頂昇設備立體圖

4.2 應用 BIM 整合設計資訊

為改善及修正 2D 設計所存在之既有問題，臺鐵局首次將建築資訊模型 (Building Information Modeling ; BIM) 納入潮州基地委託設計技術服務之勞務招標契約，並於設計階段導入 BIM 技術，基本設計及細部設計階段將 2D 圖面以更好的視覺化 3D 表達，設計作業與溝通多使用 BIM 模型為基礎，結合營建工程等各種相關資訊的工程資訊模型，除可與各工程專業軟體(如結構分析等)結合，雙向交換資訊、進行施工進程模擬及虛擬實境巡航檢核外，BIM 最終目的即是可將各參與者建議皆整合於資訊模型中，進行資訊模型修改及更新的功能，再將建築資訊反饋於各參與者，以期達到協調各方專業職責的協同作業，進一步提供空間衝突檢查、4D 施工排程規劃與模擬、數量及成本估算，以利提高設計精確度。

目前本計畫的 BIM 已進入起初建模階段，隨著歷次研討檢修流程及廠區配置的會議結論，將重要設計需求整合於 BIM 模型中，並於會議資料中內加入

BIM 技術的三維空間資訊，如綜合工場 1 樓廠房內部鳥瞰圖(圖 16)、客車及裝配工場間設置參觀平台鳥瞰圖(圖 17)、客車及裝配工場外觀鳥瞰圖(圖 18~20)、南區供應廠庫房外觀鳥瞰圖(圖 21)及南區供應廠辦公室鳥瞰圖(圖 22)等，使業主與使用單位更易瞭解設計成果的空間尺度，進而縮短溝通時間及提昇效率。

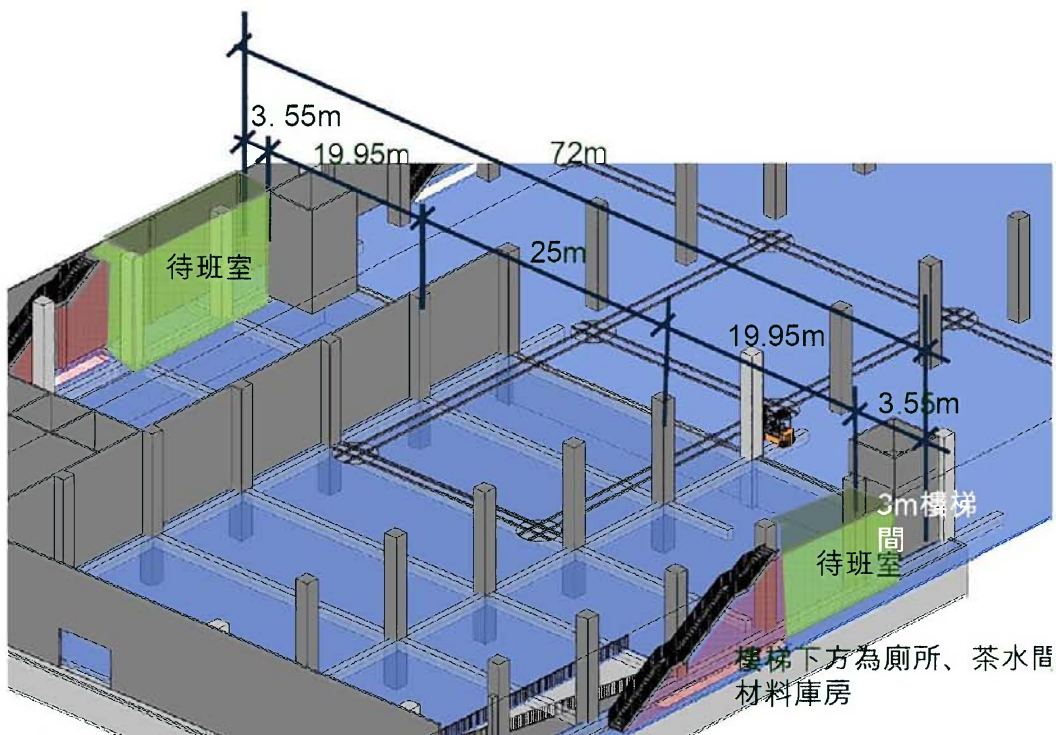


圖 16 綜合工場 1 樓廠房內部鳥瞰圖(BIM 建模)

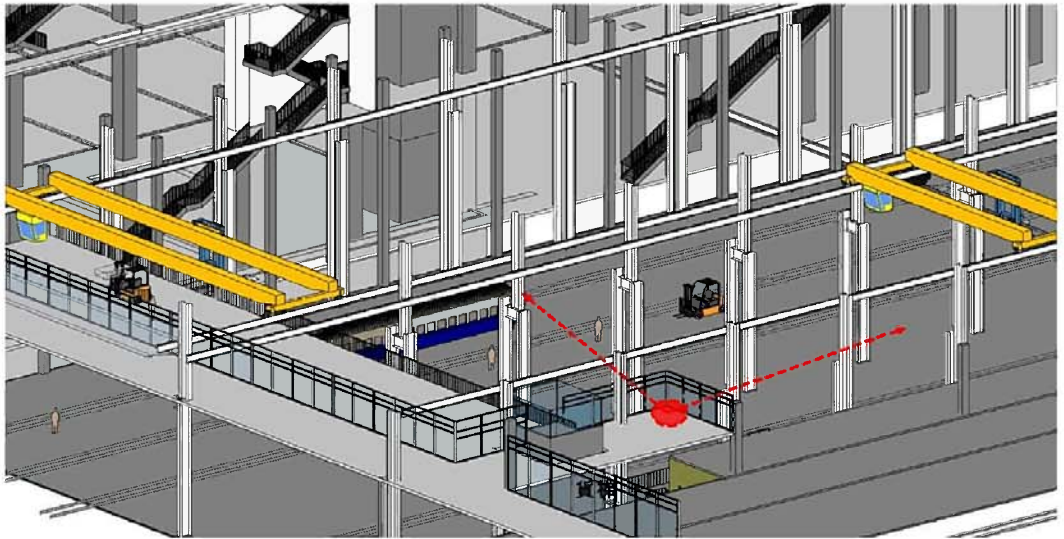


圖 17 客車及裝配工廠間設置參觀平台鳥瞰圖(BIM 建模)

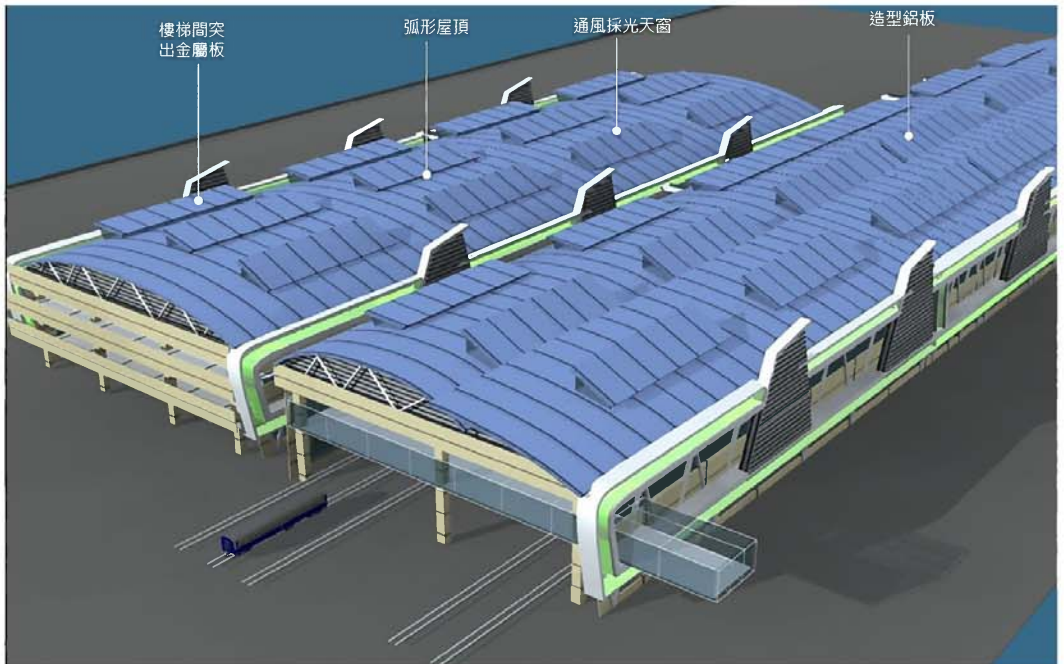


圖 18 客車及裝配工場外觀鳥瞰圖(1) (BIM 建模)

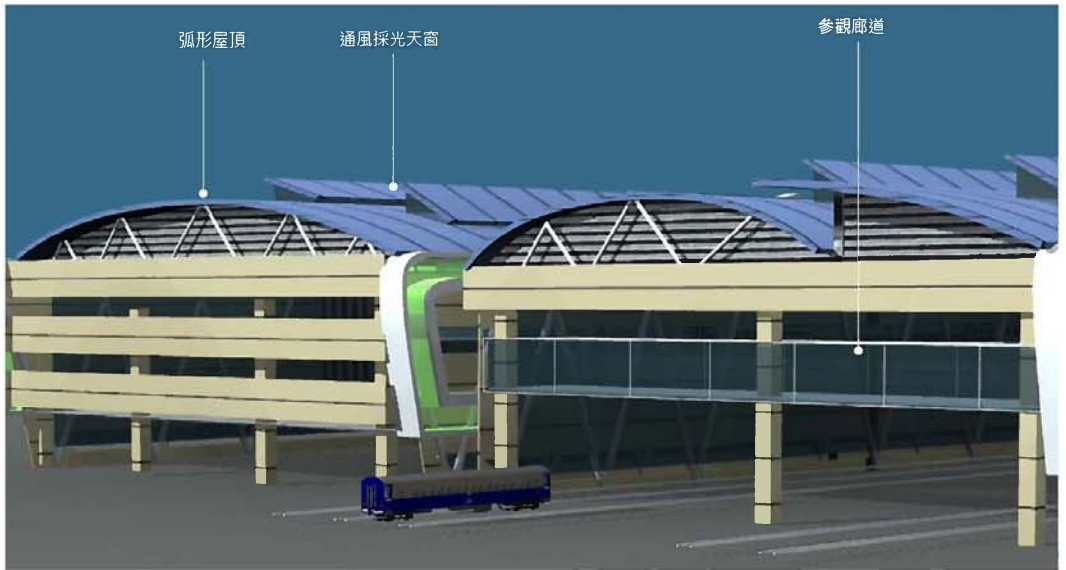


圖 19 客車及裝配工場外觀鳥瞰圖(2) (BIM 建模)

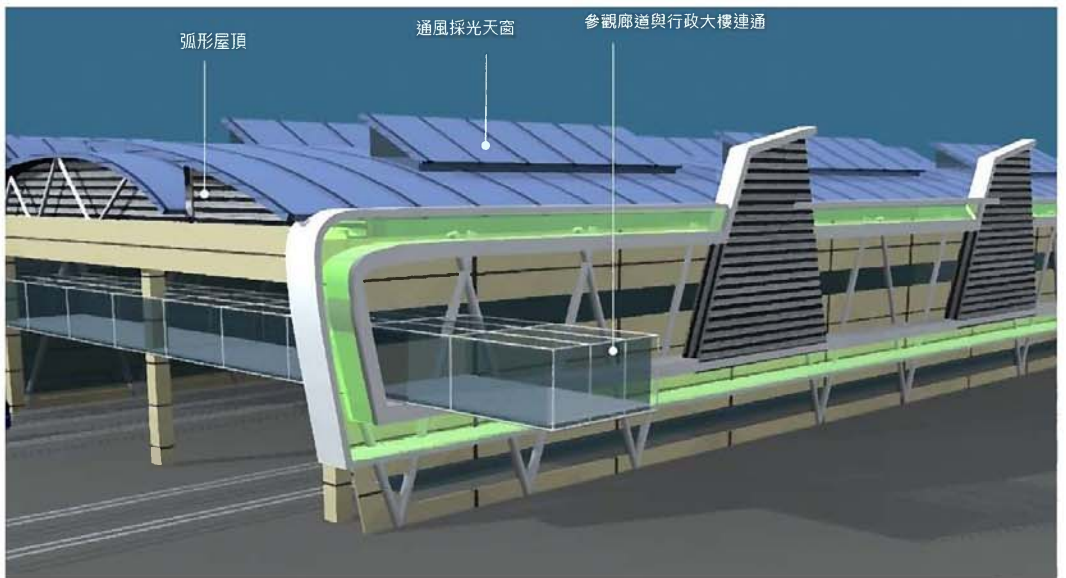
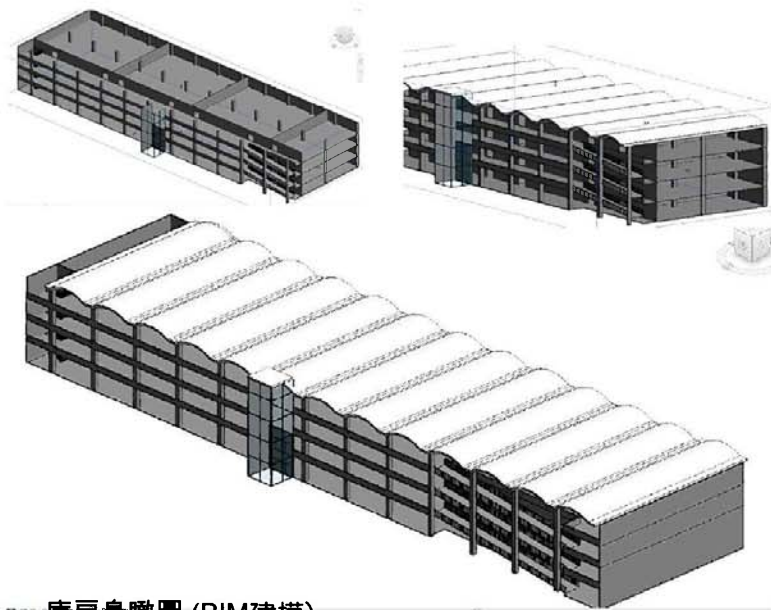
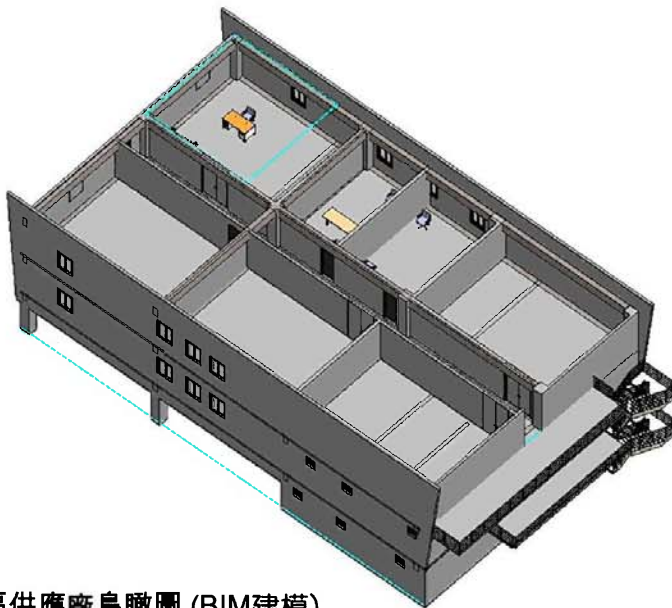


圖 20 客車及裝配工場外觀鳥瞰圖(3) (BIM 建模)



庫房鳥瞰圖 (BIM建模)

圖 21 南區供應廠庫房外觀鳥瞰圖(BIM 建模)



南區供應廠鳥瞰圖 (BIM建模)

圖 22 南區供應廠辦公室鳥瞰圖(BIM 建模)

未來陸續將各廠房之土木、建築、機電、軌道、號誌系統、檢修設備的工程相關資訊整合於 BIM 模型中，利用 BIM 技術執行三維空間碰撞分析，基本設計(SD)階段即可快速排除結構系統與各系統管線之衝突，細部設計(DD)階段利用 BIM 技術的虛擬實境巡航檢核，業主與使用單位就可透過免費的瀏覽在立體空間中感受空間尺度，預先檢視列車從進場線至場房之檢修動線、列車於場房進行拆解後進行檢修之空間佈置及最後完成檢修出場至試車線之整體檢修流程設計，並對空間機能配置有更明確的想像，避免產生認知上的差距及設計錯誤之情事，而相關審查意見亦可直接在空間中標註，明確指出審查意見及需求，減少業主、使用單位與設計單位間來回溝通時間，提供良好溝通介面，以期施工階段前已經有效消弭各界面間的設計衝突，進而可減少施工期間變更設計數量。且於細部設計階段將再加入時間軸，進行 4D 整體施工排程規劃及模擬，以利於業主精確掌握整體工程管理進度，以期如期如質如度完工。

五、結論

從富岡基地興建經驗發現，當前面的設計評估越詳盡，後續的不確定因子越少，時間成本與風險亦會降低，設計階段邀集未來使用單位參與，共同研討設計問題，可先排除設計不符需求的衝突，而對於完工時間需求亦十分嚴苛及施工界面複雜的跨領域工程，亦可於設計階段導入 BIM 技術，利用 BIM 整合各專業間資訊及虛擬實境巡航檢核設計成果，以利及早解決設計衝突與錯誤，並減少日後施工階段變更設計問題，進而提高工程執行的效率及大量降低風險。未來期望透過潮州基地 BIM 實務運作累積的經驗及教育訓練，擴大臺鐵局 BIM 技術之人力資源，訂定臺鐵局 BIM 建置規定，將建置規定納入爾後設計及施工標契約中執行，逐步發展 BIM 應用的能力至建築物全生命週期管理。

參考文獻

1. 王昌昀、蘇瑞育、蔣定棟(2012)，BIM 於捷運車站生命週期應用，捷運技術半年刊，47 期，第 15-22 頁。
2. 林郁珊(2013)，基於建築資訊模型的期初設計流程個案探討(碩士論文)，國立東華大學設計學院建築研究所。
3. 許德安、蘇定智、高文煌(2012)，BIM 運用於臺北捷運之探討，捷運技術半年刊，47 期，第 159-166 頁。
4. 陳育萱、賴明慧、李怡蕙、吳翌禎(2012)，建築師事務所 BIM 技術導入與

成效分析，土木與生態工程研討會，第 1-6 頁。

5. 劉君毅，建築設計知識分享與結合(碩士論文)(2005)，國立臺灣科技大學建築研究所。
6. 龐孝珊(2005)，傳統發包與統包發包之探討-以淡海新市鎮為例，中央大學營建管理研究所。
7. 中興工程顧問股份有限公司(2008)，臺北機廠遷建建設計畫-富岡基地委託專案管理(含施工監造)技術服務建議書。
8. 台灣世曦工程顧問股份有限公司(2008)，臺北機廠遷建建設計畫-富岡基地委託委託設計技術服務建議書。
9. Badke-schaub, P.G.(2008).Social Complexity – Social complexity in design collaboration. In W. Poelman & D. Keyson (Eds.), Design Processes: What Architects & Industrial Designers Can Teach Each Other About Managing the Design Process(pp.60-67):IOS Press.
10. Eastman,C.M.,Teicholz, P.,& Liston, K.(2011).BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, manager, designers, engineers and contractors. Hoboken, NJ: Wiley.
11. Fischer, G.(2000).Symmetry of ignorance, social creativity, and meta-design. Knowledge-Bead System, 13(7-8),527-537.doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0950-7051\(00\)00065-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0950-7051(00)00065-4).
12. Hsu, W., & Liu, B.(2000).Conceptual design: issues and challenges. Computer-Aided Design,32(14),849-850.

臺鐵號誌電源系統之探討

Investigate of the Semaphore Power System on Taiwan Railways Administration

郭宇智 Kuo, Yu-Chih¹

聯絡地址：10041 臺北市北平西路 3 號

Address : No. 3, Beiping W. Rd., Zhongzheng Dist., Taipei City 10041, Taiwan

電話(Tel) : (02)23815226 轉 3246

電子信箱(Email) : 0501800@railway.gov.tw

摘要

臺鐵營運沿線有許多號誌設施，例如平交道、轉轍器、號誌燈、繼電器室等皆需要穩定且可靠的電力供應以確保乘客的行車安全及順暢。本文主要介紹臺鐵局目前使用的號誌電源系統，最後再提出臺鐵局可能的改善方案，以作為未來努力的方向。

關鍵字：整流器、變頻器、不斷電系統、燃料電池

Abstract

Taiwan Railways Administration(TRA) have a lot of semaphore facilities in whole operating route, for example, level crossing、track switch、semaphore lamp、relay house, requiring stable and reliable power supply to guarantee traffic safety and smoothly for passenger. This article is mainly introduce the power system for semaphore facilities using in TRA, finally propose probable improvement plan, become the direction of future efforts.

Keyword : Rectifier、Inverter、Uninterrupted Power System、Fuel Cell

¹ 電務處 號誌科 工務員

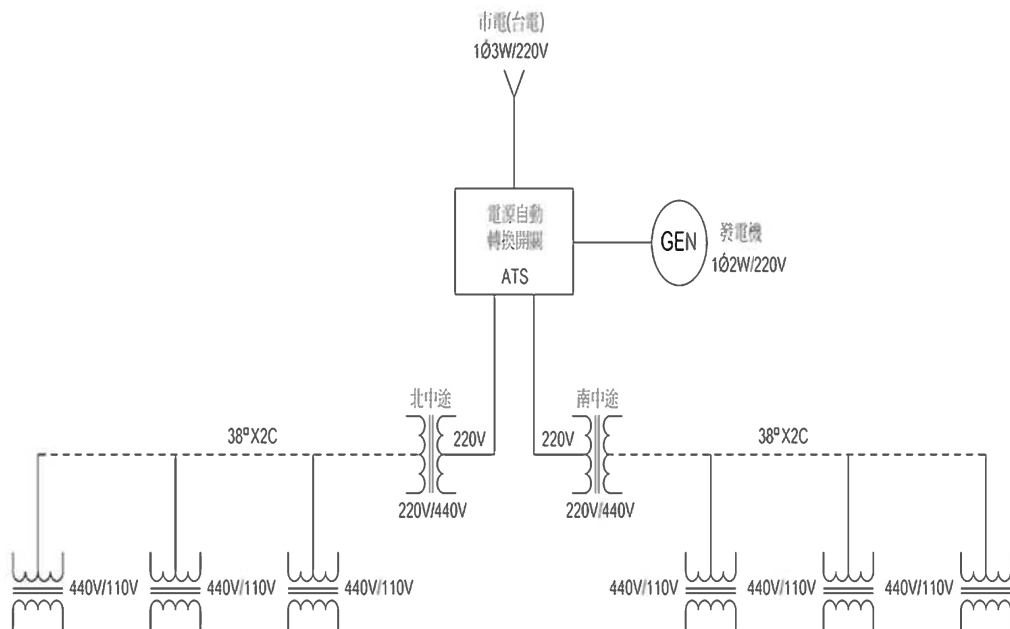


圖 2 號誌電源輸送架構圖

1.1 正常供電(Normal Situation)

臺鐵號誌電源大部份均使用直流電。由台電引入交流電之後經過整流器轉換為直流電。整流器除供給平交道、轉轍器、號誌燈、繼電器室、計軸器等號誌設施負載電流外，同時也對鎳鎘蓄電池進行浮動充電。

1.2 緊急供電(Emergency Situation)

臺鐵局為防止台電若遭遇重大事故或例如颱風、地震等天然災害導致無法正常供應電力，因此在各個用電處所設有電源自動切換開關(ATS)來啟動小型發電機或蓄電池緊急供電以確保臺鐵用電不中斷。

二、號誌電源設備

要將市電穩定且安全地送到號誌設備，過程中需要各種電源設備的輔助，如變壓器(Transformer)、整流器(Rectifier)、變頻器(Inverter)、電源自動切換開關(Automatic Transfer Switch, ATS)、不斷電系統(Uninterrupted Power System, UPS)、發電機(Generator)及其他保護設備。

本章介紹臺鐵局目前使用的號誌電源設備，除了闡述各設備的作用之外，亦進一步對設備的特性、架構作簡述，使讀者能夠更了解臺鐵局的號誌電源系統。

2.1 變壓器(Transformer)

2.1.1 隔離變壓器

當兩交流電源的接地系統不同時使用之，因為變壓器具有電氣隔離的特性，可藉此減少系統之間的相互干擾，在電氣化的鐵路系統上尤其重要。

2.1.2 站間升壓變壓器

在容量固定的情形下，將電壓提高可以降低線路電流，主要作用為減少電纜的成本、可讓輸電損失變小，電壓降亦可降低。在負載側的中間抽頭必須接地，以防止接地故障。

2.1.3 號誌機點燈變壓器

主要作用為減少電纜費用，延長送電距離，可配合燈泡工作電壓且附有抽頭能夠輕易調整電壓。

2.1.4 控制盤點燈變壓器

主要作用為配合燈泡的額定電壓、讓燈泡亮度容易調整。

2.2 整流器(Rectifier)

2.2.1 概述

亦作為充電機使用。當交流電壓輸入時，以變壓整流濾波方式，來取得低電壓調整率及低漣波的直流電源。

2.2.2 充電模式切換

浮動充電、緊急充電的切換由控制盤上的切換開關為之，轉到浮動充電時即為浮動充電模式同時浮動充電指示燈亮，轉到緊急充電時即為緊急充電模式，同時緊急充電指示燈亮，緊急充電所需時間可利用限時電驛調整，待限時電驛時間計時完成時即自動切換回浮動充電模式。

2.2.3 定電流充電

從充電開始到結束為止，始終以固定電流進行充電。此方法會使能量消耗在水的分解，所以必須適時添加純水。

2.2.4 定電壓充電

即以固定不變的電壓充電，充電初期電流較大，在充電過程中遞減，到飽和終期電流較小。此方式的優點是可以自動流過相當於放電量的充電電流，但其缺點在於充電初期電流過大，容易引起電解液之溫升，且所需充電設備的裝置容量較大，在充電末期則容易因電流小而導致充電不足。

2.2.5 浮動充電

將蓄電池與整流器結合使用，整流器除供給主要負載電流外，同時亦以小電流對蓄電池充電，當停電時則由蓄電池繼續供給負載電力。臺鐵局的號誌設備電源大多均採用浮動充電方式。其優點主要為維護容易、充電設備裝置容量較小、主要電源中斷時蓄電池可以立即接續供電。其缺點為長時間浮動充電時，電壓設定太低會造成充電不足，而設定太高時電解液容易蒸發。

2.2.6 均等充電

電池組長時間浮動充電時，各電池的端電壓會產生不一致的現象，此時可利用均等充電使其平均，以改善各個電池之間性能的差異。

2.2.7 初次開機送電操作程序

將整流器與電源配電箱內所有開關置於 OFF 位置，並測試絕緣狀況。之後檢視所有接線端點有無脫落或螺絲未旋緊。若交流電壓與圖面相符合，則將整流器之交流輸入電源開關置於 ON 位置，直流電壓將緩慢上昇，並在大約 10~15 秒之後到達穩定狀態。

充電模式切換開關轉到浮動充電模式，測試浮動充電的電壓是否正常，並調整到浮動充電的電壓設定值。之後充電模式切換開關轉到緊急充電，測試緊急充電的電壓是否正常，並調整到緊急充電的電壓設定值。充電模式切換開關轉到浮動充電，測量電源配電箱內屬於整流器端之電池組開關上的電壓與電池組電壓是否相等，若相等則將該開關置於 ON 位置。此時整流器開始對電池組充電，整流器電流增加至額定電流；電流限制的作用也隨之產生作用。再將整流器之負載開關置於 ON 狀態，整流器即開始對負載供電。

2.3 變頻器(Inverter)

2.3.1 概述

將直流電力轉換成交流電力，以提供負載所需的交流電力。使用數組開關元件，令直流電源交互通過變壓器，再利用變壓器將電壓升降，以獲得所需的交流電壓，最後經濾波電路，使其波形近似於正弦波。實際電路依使用元件及電路型態而有所差異。一般使用 SCR，GOT，FET 及高頻率電晶體。最新型變頻器使用脈波寬度調變(PWM)技術，效能最好。

2.3.2 靜態開關

輸入的交流電經其輸出後送到外部負載，二個輸入端分別為變頻器輸出端及備用電源輸入端，正常運作時靜態開關將變頻器輸出端接到負載，當變頻器的輸出發生問題，則靜態開關將備用電源輸入端接到負載，而在變頻器的輸出端恢復正常之後，則靜態開關再度轉換，將負載由備用交流電源轉回由變頻器供電。

2.3.3 維修旁路斷路器

可將負載由備用電源直接供電，而將變頻器及靜態開關完全隔離，以保護進行維修工作的人員安全。

2.3.4 自動轉換功能

由變頻器切換到備用電源，若其輸出特性不符合規定，例如變頻器相位與備用電源之相位不相符，切換動作即停止。若變頻器故障，則靜態開關自動切換到備用電源繼續供電。

2.3.5 溫度及濕度

變頻器可在 0~40°C (32~104°F) 溫度下運轉，其中在溫度 20~30°C (68~86°F) 時的運轉最具可靠性。當超過 30°C 時應視為緊急狀況。若變頻器在超過正常溫度的情況下運轉，則變頻器會因過熱而跳機。

2.3.6 無線干擾

因為變頻器是使用電力電子技術，容易受到電磁信號干擾而造成諧波失真，所以若使用無線通訊系統，可能影響並損害變頻器，故必須在變頻器附近禁止使用通訊系統。

2.3.7 注意事項

變頻器所裝之濾網及風扇應每月清潔，以防止過熱而導致跳機。必須使用保險絲或斷路器保護開關元件。整流器直流輸出不可直接接到變頻器輸入端，應跟電池並聯後再接到輸入端或在變頻器輸入側裝設大電容。輸出電壓與頻率有關，因此輸出頻率不可隨意調整。

2.4 不斷電系統(Uninterrupted Power System, UPS)

2.4.1 概述

當停電時能夠緊急取代市電，供應號誌設備電源，就如同緊急照明設備一樣。但不斷電系統的設計更精密，能使市電與電池或變頻器之間的轉換時間更短，彌補發電機或其他緊急電源。

2.4.2 優點

不斷電系統並不是停電時才會動作，如遇到電壓下陷(Sage)、尖波(Spikes)、電壓突波(Surges)、雜訊干擾(Noise)、電壓暫態(Transients)等足以影響設備正常

運轉的電力品質問題時，不斷電系統均會自動穩壓並濾除雜訊，提供設備穩定且乾淨的電力能源。

2.5 電源自動切換開關(Automatic Transfer Switch, ATS)

2.5.1 概述

市電供電不正常或斷電時，ATS 自動啟動並將電源切換至備用電源供應負載，當市電恢復正常之後再切回市電供應負載。

2.5.2 主要設備

2.5.2.1 主斷路器

將供電電源直接與負載相連接。

2.5.2.2 切換機構

利用機械結構將兩組開關的主斷路器作 ON/OFF 切換。

2.5.2.3 控制單元

利用監控電路，使其能自動操作之相關電路及控制系統。

2.6.2 架構及維護

柴油發電機組由柴油引擎，交流同步發電機、控制箱、散熱水箱、燃油箱、消聲器及公共底座等組成。

油量須保持充足，避免因油箱燃油不足而損害引擎。冷卻用水應隨時保持在正常水位。空氣濾清器及濾油器須按規定時數更換。發電機負載不得超過發電機輸出容量，若負載起動電流過大，應分次送電。

2.7 其他附屬設備(Other Device)

2.7.1 接地故障感測器

可偵測各項電源裝置是否有漏電現象，以確保電源裝置的「故障即安全」原則。通常利用比流器搭配各種特殊電驛組成故障感測器。

2.7.2 斷路器及保險絲

用於防止過載及短路，並保護設備及線路。過載保護一般使用斷路器。短路保護則使用保險絲，其額定容量為 1.5~3.0 倍額定電流。系統應裝設分路保險絲以隔離故障範圍，降低故障時的影響程度及查修時間。

2.7.3 閃光電源

使用水銀閃光繼電器等，亦有使用 SCR 式(用於平交道)或 TRIAC 式(用於控制盤)。

2.8 保護電路分路裝置(Guard Circuit Device)

依不同設備裝設分路保護裝置及告警迴路，將電源故障對號誌設備的影響降至最低並能事先藉由告警訊號得知故障發生場所，以便維修人員容易判別並將故障查修時間縮短。

依據電力系統保護的概念，在一個電源系統會設置數個保護區，各個保護區之間必須相互交疊，使整個系統皆受到保護。當故障發生時，系統中的保護設備如斷路器等會依序動作，以最靠近故障點的保護設備最先動作，次靠近的保護設備做後衛保護。

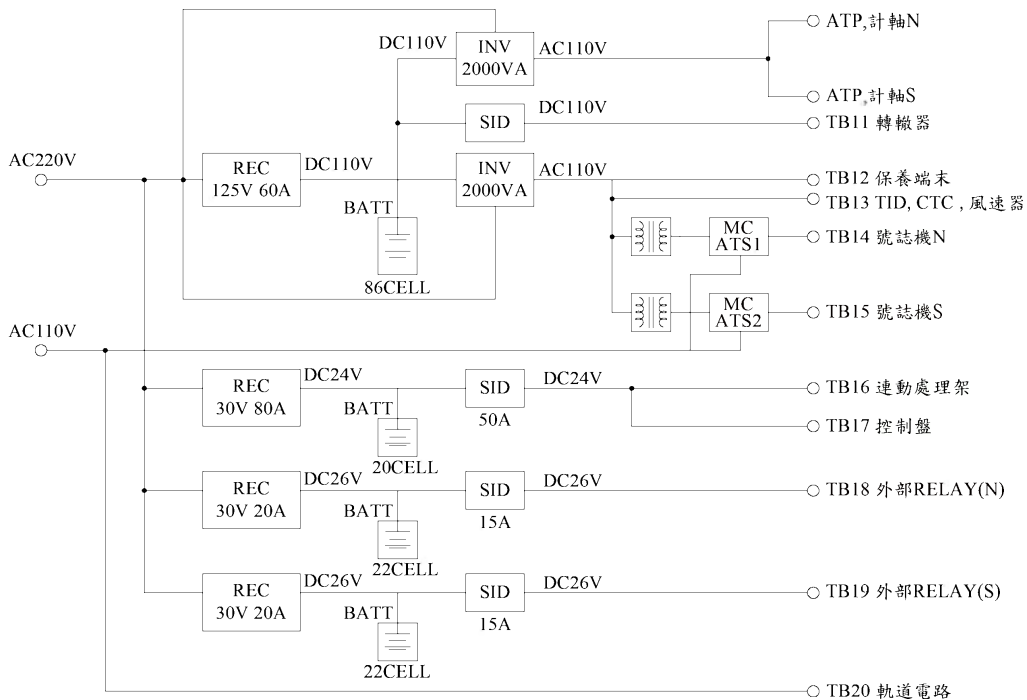


圖 4 海線各站電源架構圖(MRH)

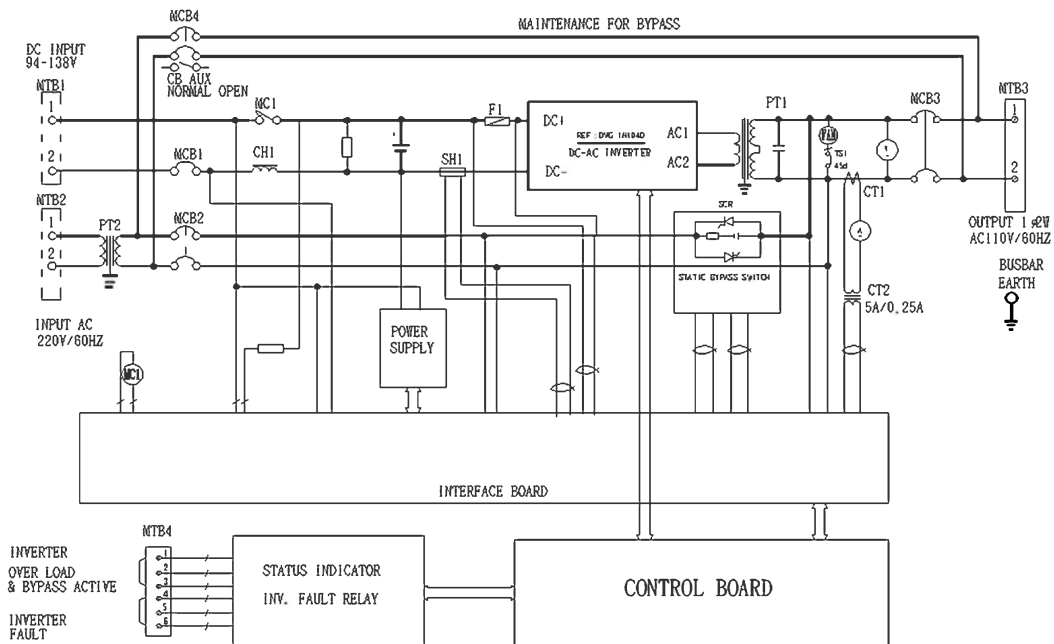
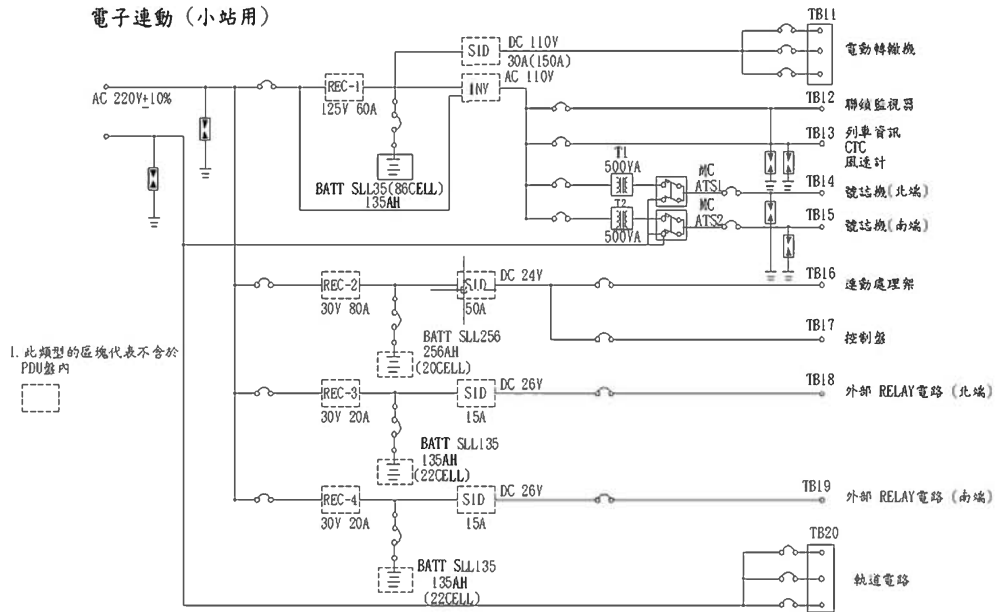


圖 5 號誌電源設備架構圖



5-1

圖 6 站場號誌設備電源架構圖

三、臺鐵號誌電源系統的改善方向

近年國際社會對於環境汙染、生態保護的議題均十分重視，如何在不影響生活品質的前提下確保地球的永續發展是各國政府相當重要的課題。

臺鐵號誌電源系統現行的二次備源是使用鎳鎘電池，但鎳鎘電池會對環境造成汙染，因此臺鐵局目前正積極找尋乾淨能源並致力於新型號誌電源系統的建置，為環境保護貢獻一份心力。

3.1 鎳鎘電池(Nickel-Cadmium Battery)

3.1.1 簡介

目前臺鐵局在各站場的二次備用電源是使用鎳鎘電池，其主要優點是放電時電壓變化不大、內部電阻小、對輕度的過充電及過放電的容忍度較大。但因為鎳鎘電池長期使用會對環境造成汙染，破壞生態，以及記憶效應等缺點，因此臺鐵目前正著手規劃以乾淨的新型電源全面替代鎳鎘電池。

3.1.2 電氣特性

3.1.2.1 容量

蓄電池之容量是在電池完全充電的狀況下，以安培小時(AH)表示，即放電電流乘以放電時間。

3.1.2.2 電壓

鎳鎘電池之標稱電壓為1.2V，與體積大小無關，其電壓以電池串連之個數比例來增減。一般沒有負荷狀態的單顆電池端電壓為1.3V~1.5V，但與充電後放置時間長短有關，端電壓在放電時下降，充電時上升，其電壓與充放電電流、溫度有關。

3.1.2.3 充電特性

在充電初期端電壓快速上升，約達1.35V後變為緩慢上升至約1.5V，在此期間充電效率非常好，但充電末期時電壓急速上升至1.7V左右。電池端電壓因電流之大小而變化，一般充電電流越大，則其充電電壓亦隨之增高。充電電壓在低溫時一般會增大，相反的高溫時充電較為困難，溫度達到45°C以上時則無法充電。

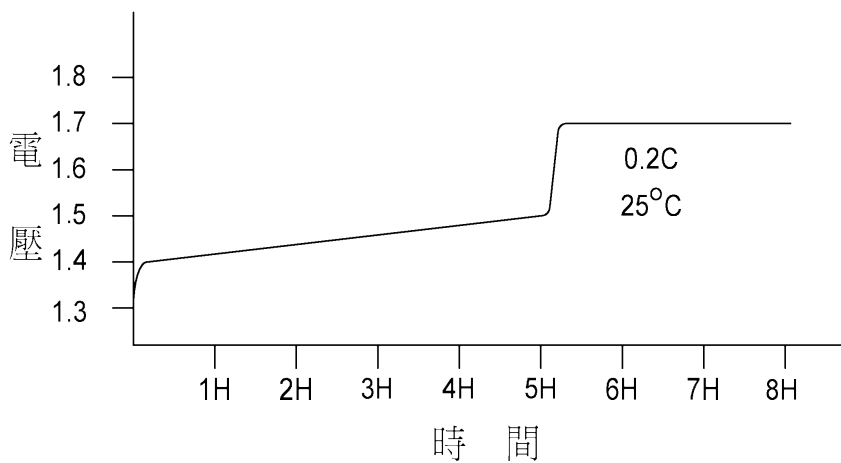


圖7 標準定電流充電特性曲線

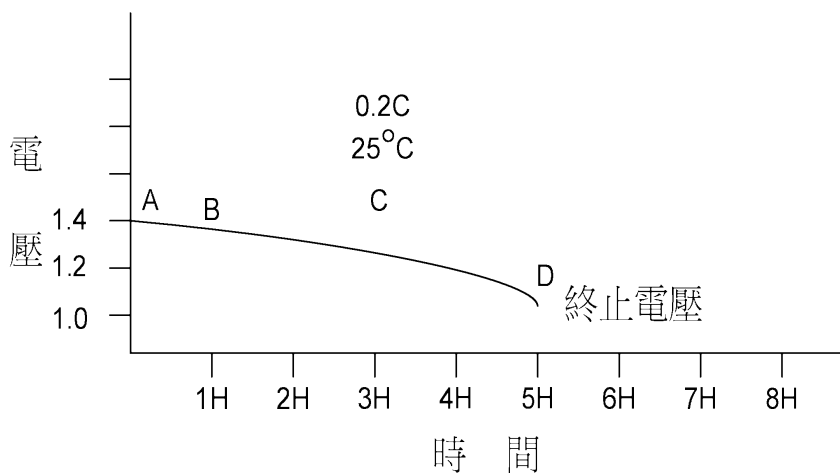


圖8 標準定電流放電特性曲線

3.2 燃料電池發電系統(Fuel Cell Generating System)

3.2.1 概述

燃料電池發電系統係作為一備用電源，當市電中斷時啟動，平時亦能藉由網路將系統資訊傳送至遠端監控中心(各地分駐所)。臺鐵路於2011年7月已在中壢站設置一示範實例。

3.2.2 優點

3.2.2.1 低汙染

燃料電池比傳統火力發電方式更環保，沒有二氧化碳及硫的問題，更沒有核能發電核廢料的問題。其發電之後的副產物只有水和熱。

3.2.2.2 高效率

因為燃料電池直接將化學能轉換成電能，故不受卡諾循環的限制，理論上的最高轉換效率可達80%。

3.2.2.3 無噪音

燃料電池發電單元在發電時，不須其他移動機件的配合，因此沒有噪音問題。

3.2.2.4 多用途

所能提供的電力範圍相當廣泛，從手機到發電廠，都在其應用範圍內。

3.2.2.5 免充電

燃料電池是由燃料中的化學能提供能源，因此只要持續不斷提供燃料，便可以不斷發電。

3.2.2.6 燃料來源廣泛

只要含有氫原子的石化能源如石油、天然氣、煤炭、沼氣、酒精與甲醇等，

透過一個轉換器，都可作為電池的燃料。

3.2.3缺點

初期建置成本相當高，而且以台灣而言氫氣的來源有限，價格仍高且成本無法壓低，距離量產仍有相當大的一段距離。

3.2.4發電單元與監控系統

3.2.4.1發電單元

是以氫氣為燃料經電化學反應轉換為直流電之發電設備，具備密閉式循環水冷卻裝置，其中散熱水箱及風扇可將反應產生之全部熱量散至箱體外。亦具備空氣過濾裝置，可將反應所需空氣中之灰塵濾除。

3.2.4.2氫氣供應單元

包含兩組並聯之氫氣儲存瓶組提供氫氣源，氫氣儲存瓶組可由數支氫氣高壓鋼瓶銜接組合而成。各氫氣儲存瓶組可量測氫氣壓力、調降氫氣壓力與控制氫氣開關。當偵測氫氣外洩時立即停止運轉，並透過遠端系統監控。

3.2.4.3遠端監控系統

顯示燃料電池模組所屬單電池電壓、燃料電池發電單元輸出電壓、電流及功率、燃料電池發電單元運轉溫度、氫氣供應單元氣體壓力、氫氣外洩及更換氫氣鋼瓶組之警示、燃料電池發電單元啟動供電時間、故障警告（含聲響及燈光）及紀錄、同時具備系統異常狀態顯示功能。

3.3 現今架構與未來規劃(Modern Structure and Future Plan)

目前臺鐵號誌系統的備援電力是使用鎳鎘電池，但因為鎳鎘電池對環境會造成汙染，雖然可以將廢料回收之後再進行處理，但過程繁雜而且又多花費處理成本。因此臺鐵局規劃在未來陸續讓鎳鎘電池全面退役，由燃料電池等新型乾淨能源全面取代，不僅對環境保護可做出貢獻，對於後續的監控管理也更加方便。

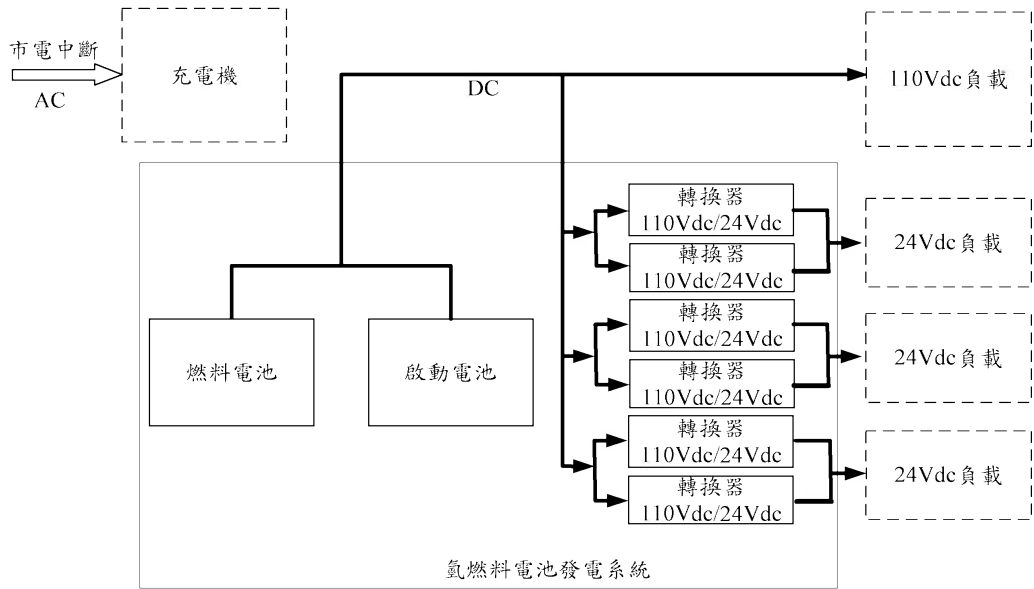


圖9 5KW/(110VDC+24VDC)燃料電池供電系統簡圖

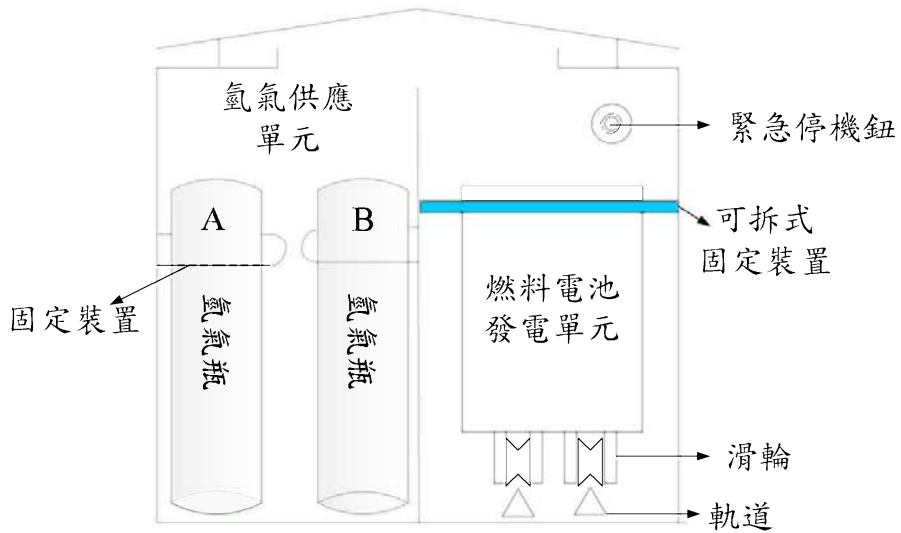


圖10 燃料電池箱體構造圖

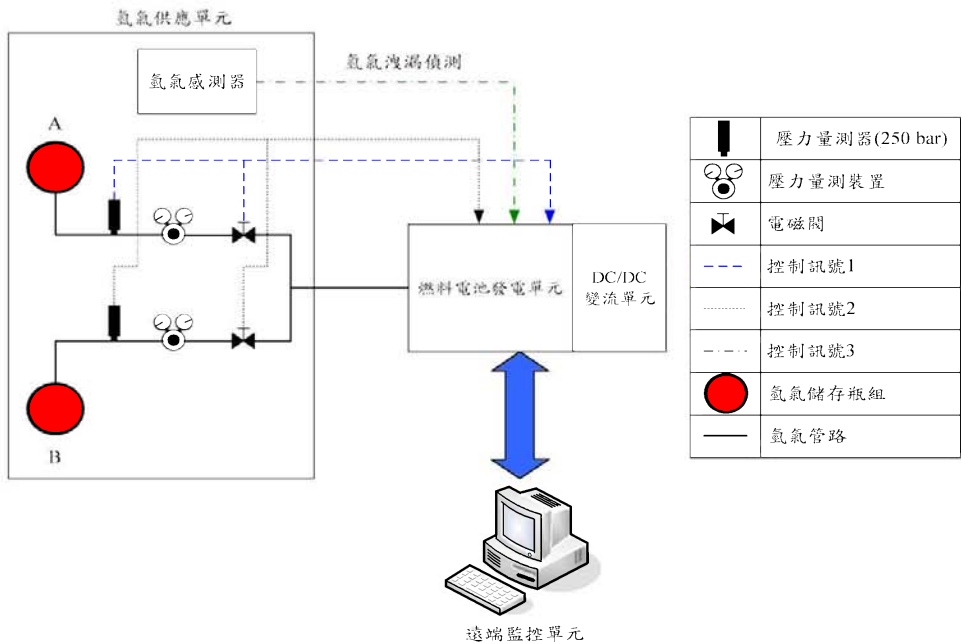


圖 11 氫燃料電池發電系統簡圖

四、結語

臺鐵營運中，「運務」、「工務」、「機務」、「電務」四大領域息息相關，其中電務號誌系統雖然未直接與旅客接觸，但列車運行過程中，諸如號誌燈、計軸器、平交道、轉轍器、繼電器室等號誌設備皆必須藉由穩定可靠的電源系統提供源源不絕的運轉能量，若電源供應中斷，其所造成的損失必定相當嚴重，更可能導致人員傷亡，成為難以彌補的遺憾。因此臺鐵局必須確保電源供應不中斷，現在除了正常運轉的市電電源之外，還設置了一次備援的柴油緊急發電機，而鎳鎘電池則作為二次後備電源進行雙重保護。然如前述改善方向中所提到，鎳鎘電池對於環境會造成汙染，因此臺鐵局目前積極找尋如燃料電池等新一代的乾淨能源以期全面替代鎳鎘電池。臺鐵每日運量60多萬人次，如何提供乘客舒適便捷的行車感受是臺鐵局最重要的課題，今後臺鐵局將不斷精進改善號誌電源系統的效能與穩定性，以符合臺鐵局「準確」、「服務」、「安全」、「創新」的核心理念。

參考文獻

1. 交通部臺灣鐵路管理局(2014)，氫燃料電池發電系統規範。
2. 交通部臺灣鐵路管理局(2014)，「號誌電源」，103年號誌基礎班教材。
3. 交通部臺灣鐵路管理局(2013)，「電源裝置」，102年號誌基礎班教材。
4. 羅欽煌(2015)，「工業配電」，全華出版社。

日本鐵道轉乘接駁之「振替輸送」制度探討

— 以小田急電鐵為例

An Analysis of “Transit/Transfer Passengers Procedure” in Japan — The Example of Odakyu Electric Railway

余偉成 Yu, Wei-Cheng¹

李坤光 Li, Kun-Kuang²

聯絡地址:10041 臺北市中正區北平西路 3 號

Address: No. 3, Beiping W. Rd., ZhongZheng Dist., Taipei City 100, Taiwan

電話(Tel)：(02) 23815226 轉 2587

電子信箱(E-mail)：0275135@railway.gov.tw

摘要

民國 105 年 2 月 6 日高雄美濃發生規模 6.4 級地震，造成台灣高鐵公司臺中至左營間路段無法正常營運。由於本次地震適逢農曆春節期間，據台灣高鐵公司統計，共取消 157 班次，約 6 萬 5 千人受影響。本研究以日本小田急電鐵集團為例，並採用日文漢字「振替輸送」模式說明如何使其於行車事故、重大天災或工程期間導致列車紊亂時，能夠快速有效地完成疏運旅客。最後提出建議參考該案例，將轉乘接駁(振替輸送)制度化、標準化並納入我國臺鐵局之應變機制以提昇運輸服務之可靠度。

關鍵詞：振替輸送、高雄大地震、台灣高鐵公司、小田急電鐵。

¹ 臺灣鐵路管理局 行政處 科員

² 臺灣鐵路管理局 行政處 科長

Abstract

On February 6, 2016, an earthquake with an magnitude 6.4 struck Meinong District of Kaohsiung, with Taiwan High Speed Rail Corp cancelling its service between Taichung and Zuoying. The earthquake came at a particularly bad time during the Chinese New Year, according to Taiwan High Speed Rail Corp, 157 trains had been cancelled, about some 65,000 passengers were affected. This article discusses the example of Odakyu Electric Railway Corporation, and reveals how its "Transit/Transfer Passengers Procedure" help Odakyu Electric Railway provide passengers with alternative transport to their destination quickly and effectively, in the hope that the "Transit/Transfer Passengers Procedure" can be provided as a reference for Taiwan Railway Administration and increased its reliability.

Keywords: *Transit/Transfer Passengers Procedure, Earthquake in Kaohsiung, Taiwan High Speed Rail Corp, Odakyu Electric Railway*

一、日本「振替輸送」制度簡介

1.1 定義

日本是世界知名的鐵路大國，以東京都為例，它擁有 JR 東日本株式會社、東京地下鐵株式會社(東京メトロ)、都營地下鐵及私營鐵路，亦有都營巴士、接駁巴士等構築而成複雜的運輸路線網(圖1)。因此，生活在東京都的人們無論是通勤、上學或旅遊等都與這個龐大的運輸系統密切相關。然而，一旦這綿密的運輸網產生了事故或其他障礙時，無疑將對旅客產生極大之不便。為避免因事故或運輸中斷導致更大規模的連鎖效應，並且在緊急時刻也能快速有效的疏運旅客，日本的運輸業者便產生了一種名為「振替輸送」制度，或者稱之為「緊急應變接駁」的處理制度，在日本尤其以鐵路運輸業最為常見。

一般來說，「振替輸送」被定義為「當運輸業者發生交通中斷時，為減少對於乘客的不便，迅速採取緊急應變接駁的補償手段」

³，或有部分鐵路業者稱之為「迂回乘車」、「代行輸送」或「中繼運輸」。在路線密度或列車車次密度較低的情況下，將產生無法由其他同業業者代替疏運的情形，此時大多數都採用巴士或計程車替代運輸。



圖 1 東京都鐵路路線網概況[7]

1.2 「振替輸送」啟用時機

當滿足一定的條件時，原本持有該中斷區間乘車票的旅客，可藉由「振替輸送」利用(通常為免費)其他運輸業者的交通工具。振替輸送不僅限於區間中斷時才會啟用，例如列車嚴重誤點或事故、瞬間湧入大量旅客等情況時，亦能緊急發揮作用。振替輸送依其啟用時機略可分為下列三大類：

1.2.1 災害因素(自然天災)

災害因素係指所處的外在自然環境引起的災害現象，屬於無法藉由人為力量趨避或改變，例如颱風、地震、豪大雨、土石崩落、樹木傾倒等自然災害造成列車運轉發生障礙，致列車紊亂、嚴重誤點或無法通行。

註 3：「振替輸送」之定義整理自 Wikipedia、Weblio 辭書及小田急電鐵株式会社官方網站。

1.2.2 部外因素(外部原因)

部外因素係指因「人」而造成的事故，例如踏切事故(平交道事故)、鐵道人身事故(包含掉落月台、死傷事故)、列車妨害(例如在鐵軌上放置異物) 線路內立ち入り(侵入路線淨空)等，導致運轉中斷。

1.2.3 部內因素(內部原因)

部內因素包括由車站內的設備、車輛、號誌、路線、電車線等硬體設施發生故障，或是因社員(公司員工)出錯造成的事故，例如機車故障、列車出軌、電車線掉落、號誌故障、轉轍器故障、變電所異常等內在因素導致列車無法運轉或嚴重遲延。

1.2.4 計畫性啟用

計畫性啟用常見於車站整建、路線高架化、地下化等立體化工程、軌道切換、路線多軌化等工程期間，由於路線運能下滑，為了能夠疏運旅客而採取的計畫性振替輸送措施。

二、「振替輸送」制度概覽

2.1 「振替輸送」之法律位階

由於日本鐵路運輸業，如 JR 東日本、小田急電鐵株式會社等大型鐵路公司，乃是依據鐵道事業法成立，而「振替輸送」的詳細規定則分散於各鐵路業者之營業規章或規程當中，試以 JR 東日本旅客鐵道株式會社、都營地下鐵為例說明如後。

2.1.1 JR 東日本旅客鐵道株式會社

以 JR 東日本旅客鐵道株式會社為例，「振替輸送」於該公司的旅客營業規則第 7 章第 3 節第 5 款"運行不能及び遲延"第 282 條中以「他経路乗車」稱呼(圖 2)，此條亦為 JR 東日本實施「振替輸送」之根據。

旅客營業規則

■ 第2編 旅客營業 - 第7章 乗車変更等の取扱い - 第3節 旅客の特殊取扱 - 第5款 運行不能及び遅延

第5款 運行不能及び遅延

(列車の運行不能・遅延等の場合の取扱い)

第282条 旅客は、旅行開始後又は使用開始後に、次の各号の1に該当する事由が発生した場合には、事故発生前に購入した乗車券類について、当該各号の1に定めるいずれかの取扱いを選択のうえ請求することができる。ただし、定期乗車券及び普通回数乗車券を使用する旅客は、第284条に規定する無貨送還（定期乗車券による無貨送還を除く。）、第285条に規定する他経路乗車又は第288条に規定する有効期間の延長若しくは旅客運賃の払いもどしの取扱いに限って請求することができる。

- (1) 列車が運行不能となつたとき
 - イ 第282条の2に規定する旅行の中止並びに旅客運賃及び料金の払いもどし
 - ロ 第283条に規定する有効期間の延長
 - ハ 第284条に規定する無貨送還並びに旅客運賃及び料金の払いもどし
 - ニ 第285条に規定する他経路乗車並びに旅客運賃及び料金の払いもどし
 - ホ 第287条に規定する不通区間の別途旅行並びに旅客運賃及び料金の払いもどし

圖 2 JR 東日本 旅客營業規則第 7 章[11]

2.1.2 都營地下鉄

都營地下鉄是依據「東京都地下高速電車条例」成立，現由東京都經營之地方公營鐵路。東京都交通局定有「東京都交通局地下高速電車振替運輸規程」，「振替輸送」的實施時機、「振替乘車票」的樣式(圖 3)都有明確的規定。

振替乗車票 着駅 駅 発行当日限り有効途中下車前途無効 着駅でお渡しください。 (東京都交通局)	駅長 (表無地)	3 cm
5.75 cm		

圖 3 都營地下鉄振替乘車票樣式[6]

! 振替輸送の対象となる乗車券
振替輸送には、乗車券が必要です。

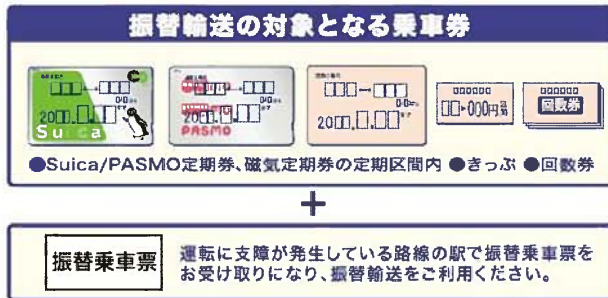


圖 5 可使用振替輸送之票種[1]

另外，直接以電子票證搭乘⁴、乘車票面區間與振替輸送區間不符、非持有小田急電鐵發售之車票、以株主優待乘車証購票(股東優待票)、或是要轉乘振替輸送區間以外的交通工具或路線時，將不列為振替輸送補償範圍之內，由乘客自行負擔費用(圖 6~7)。



圖 6 不可使用振替輸送之票種[1]

註4：由於旅客使用 Suica/PASMO 儲值式電子票證感應進站時，不會立即扣除乘車區間的運費，因此該票證(乘車票)屬於未確定乘車區間的状态，不符合振替輸送賠償的要件，意即有明確的乘車區間，並可確認乘車區間為故障區間範圍內。



圖 7 無法使用振替輸送之情況示意圖[1]

2.2.3 使用方法

以搭乘小田急電鐵為例(圖 8)，假設某旅客欲經由 A=C 路線前往 C 站，而 B=C 區間發生運轉中斷，該旅客可於 B 車站依原票根向服務人員索取振替乘車票後，再轉乘配合業者的列車前往 C 站。

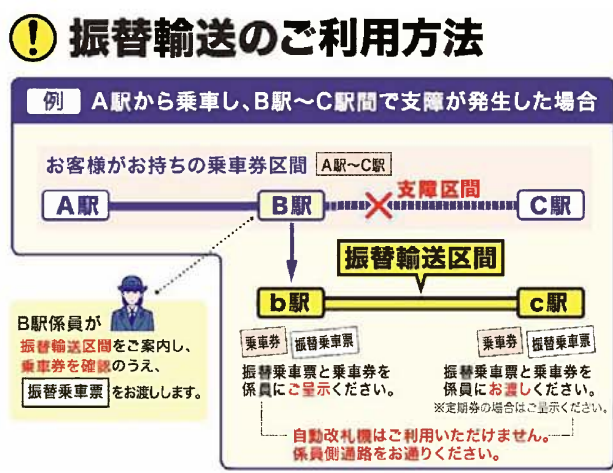


圖 8 振替輸送使用方法示意圖[1]

另外，於特殊情況或實施振替輸送的區間屬於直通運轉⁵，則此種情況下將不另行提供振替乘車票，旅客可直接持用原車票直接轉乘配合路線前往 C 站(圖 9~10)。

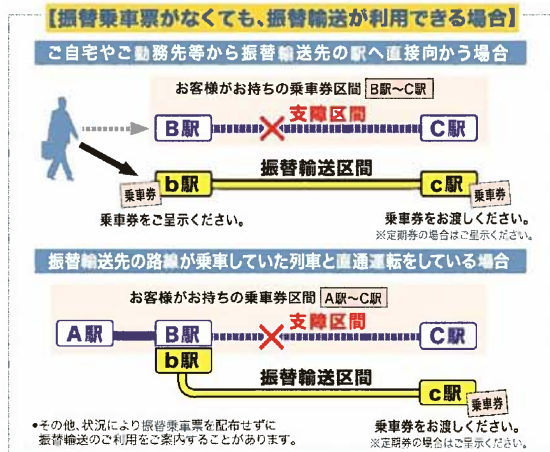


圖 9 不需索取振替乘車票亦可利用振替輸送之情況示意圖[1]



圖 10 小田急電鐵與 JR 東日本合作振替輸送的區間[1]

註5：直通運轉，Wikipedia 定義為「不同鐵道業者或線路的列車行駛到其他鐵軌上的一種運行方式，多為客運列車所採用。」

三、我國緊急接駁應變實例討論

3.1 2016 高雄大地震

105 年 2 月 6 日凌晨約 4 點間，高雄美濃發生規模 6.4 級大地震，造成台灣高鐵公司台中＝嘉義間取消直達與半直達車，嘉義站＝左營站間停駛。同時，交通部亦緊急啟動應變機制，指揮公路總局協調台中市區公車免費接駁至朝馬轉運站協助旅客搭乘國道客運繼續南下。臺鐵局於 2 月 6 日當天上下行各級列車全面增停新烏日站、田中站、嘉義站、臺南站及新左營站。此外，亦加開對號列車加強疏運，並於新烏日站＝高雄站投入 5 列編組對開。另依臺鐵局 2 月 6 日至 7 日期間統計，共計加開 37 列次協助疏運。值得注意的是，本次臺鐵局合作接駁轉乘，首次提出可憑高鐵票直接轉乘臺鐵列車的 mode，轉乘費用則由台灣高鐵公司採特例個案處理全額支付。

3.2 基隆新站啟用暨基隆＝八堵間軌道切換

為因臺鐵局基隆新站於 104 年 6 月 29 啟用及切換軌道，104 年 6 月 27 日至 28 日間，基隆＝八堵間約有 266 班次列車停駛，影響約 3.4 萬人。為因應停駛期間疏運旅客且將影響降至最低，臺鐵局與基隆市政府協調開行約 720 輛次市區公車接駁，供旅客免費搭乘(圖 11)。

瑞芳站通知

104年6月17日

基隆至八堵間軌道切換

104年6月27、28日基隆至八堵間列車停駛公告

為因應鐵路改建工程局辦理之「基隆火車站都市更新站區遷移計畫」將於本(104)年6月27、28日兩天進行軌道切換，基隆站及三坑站將於6月27、28日停止營運，6月29日基隆新站啟用；配合軌道切換及車站遷移作業，本局基隆=八堵間之各級列車全面停駛(部分班次行駛至七堵站)，改以接駁公車方式輸運旅客。

接駁車行駛區間、時間(104年6月27、28日)：

基隆=八堵間 公車行駛方式

1. 基隆站：頭班車04：50、末班車23：46
2. 八堵站：頭班車05：00、末班車01：00
3. 尖峰時段(10：00至20：00)每10分鐘/班，其他時段每20分鐘/班，機動調整，停靠基隆站、三坑站及八堵站。

基隆=七堵間 公車行駛方式

1. 基隆站：頭班車06：00、末班車23：00
2. 七堵站：頭班車06：30、末班車23：30
3. 尖峰時段(10：00至20：00)每10分鐘/班，其他時段每20分鐘/班，機動調整，停靠基隆站、三坑站、八堵站及七堵站。

附註：

1. 接駁車輛皆標示「台鐵接駁公車」，供搭乘旅客識別。
2. 往基隆、三坑旅客請購票至八堵站或七堵站，持電子票證乘車旅客，請於八堵站或七堵站刷卡進出車站。

圖 11 瑞芳站於基隆新站切換期間張貼之公告[8]

四、對臺鐵局之建議

4.1 提供營業即時資訊，俾利突發狀況時旅客可提早應變

觀察日本各鐵路企業及我國台灣高鐵公司、台北捷運公司，旅客皆可迅速從官方網頁上的資訊掌握目前最新的行駛情況(圖 12~16)，不僅有助旅客掌握最新資訊並安排適當之交通工具，也可以減緩鐵路運輸業者在突發狀況時的超額負擔。尤其臺鐵局每日運送旅客已高達 60 萬人次，每發生突發狀況時，雖在車站及列車上會以廣播或資訊顯示方式告知旅客，惟仍侷限於在站、車之旅客始能知悉訊息，對應變處理有被動之疑；如能在現代行動上網普及的環境中，於官方網頁及 App 提供主動查詢最新營運狀況的服務，相信對旅客或臺鐵局皆可創造雙贏。



圖 12 JR 東日本 即時運行情報[11]



圖 13 Tokyo Metro 即時運行情報[7]



圖 14 小田急電鐵即時運行情報[1]



圖 15 台灣高鐵公司官網顯示最新營運狀態[4]



圖 16 台北捷運公司官網顯示最新營運狀態[3]

4.2 轉乘接駁標準化，加強制度面措施

如本文舉例中的小田急電鐵、JR 東日本旅客株式會社及都營地下鐵，都將「振替輸送」列入營業規則中，且相關啟用時機、使用規定與限制、配合輸送的路線等都有明確規範，讓員工及旅客得以遵循。臺鐵局雖目前訂定有旅客接駁或應變處理之相關規定，惟仍屬於行政措施之範疇，也不具強制力，似應思考將中繼接駁予以法制化⁶，可結合各地區之交通運具，在狀況發生後迅速讓中繼接駁措施成為標準作業程序，如此一來，不僅可提升臺鐵局應變接駁處置的效率，也可減

註6：交通部長陳建宇於 105 年 2 月 15 日受訪時呼籲應將中繼點接駁法制化。

少旅客客訴的情形，對於臺鐵局企業品牌將有極為正面的幫助。

4.3 加強演練中繼接駁，提升突發狀況應對能力

從此次高雄大地震的例子我們可以看出，若是在平時加強模擬演練，確實操作中繼接駁運輸的標準作業程序，應可大幅提升對緊急狀況的應對能力，降低旅客的不滿意度。臺鐵局常為人詬病的是應變速度過慢，與旅客所期待的以客為尊並提供高效率的服務，仍有進步的空間。《孫子兵法·九變》說：「用兵之法，無恃其不來，恃吾有以待也；無恃其不攻，恃吾有所不攻也。」，平時若能確實做好預防工作，緊急狀況時定能處變不驚、臨危不亂，迅速應變，在危機擴大釀成災害前即予妥善處置，使自己立於不敗之地。

參考文獻

1. 小田急電鐵株式会社，<http://www.odakyu.jp/>
2. 中央通訊社，輸送挑戰 交長盼推高鐵中繼接駁法制化，
<http://www.cna.com.tw/news/ahel/201602150157-1.aspx>
3. 台北捷運公司，<http://www.metro.taipei/>
4. 台灣高鐵公司，<http://www.thsrc.com.tw/>
5. 交通部，<http://www.motc.gov.tw/>
6. 東京都例規集データベース網站，東京都交通局地下高速電車振替運輸規程，http://www.reiki.metro.tokyo.jp/reiki_honbun/g1011688001.html
7. 東京地下鉄株式会社，Tokyo Metro，<http://www.tokyometro.jp/>
8. 臺灣鐵路管理局，<http://www.railway.gov.tw/>
9. 蘋果日報，高鐵停駛 30 小時，
<http://www.appledaily.com.tw/appledaily/article/headline/20160207/37055008/>

10. 蘋果日報，新基隆站 29 日通 切換軌道 266 列次停駛，
<http://www.appledaily.com.tw/realtimenews/article/new/20150623/633913/>
11. JR 東日本株式会社，<http://www.jreast.co.jp/>
12. PASMO，<http://www.pasmo.co.jp/>
13. Weblio 辭書，<http://www.weblio.jp/>
14. Wikipedia，維基百科，<https://ja.wikipedia.org/wiki/>

軌道系統車次名之解構

The Deconstruction of the Train Number of Railway System

葉宇倩 Ye, Yu-Cian¹

楊凱評 Yang, Kai-Ping²

葉宗翰 Ye, Zong-Han³

廖修筠 Liao, Shiou-Yun⁴

聯絡地址：100 台北市中正區北平西路 3 號

Address : No.3, Beiping W. Rd., Jhongjheng District, Taipei City 100, Taiwan

電話(Tel)：02-23815226#3468

電子信箱(Email)：0272151@railway.gov.tw

摘要

台灣高鐵公司因應新增苗栗等三站啟用，停靠模式更顯複雜，該公司透過車次名差異化，期提供乘車旅客一迅速判斷方法。我國傳統鐵道—臺鐵，其車次名訂定準則及考量因素因應車種、路線多元，發展出複雜之編排樣態。

國內軌道系統車次名以 3 至 4 碼數字為主、英文字母為輔，短短數碼車次名中，揭露許多有關行車計畫的資訊，包含列車運行方向、列車等級、屬性等。各鐵道公司訂定車次名考量因子及編排規則不盡相同，本文期透過比較國內及鄰近中國、日本新幹線與英國鐵道車次名編排原則，對臺鐵提出車次名編修精進之建議，俾利內部員工快速辨識、提升行車效率，外部可達市場行銷等目的。

關鍵字：車次名、列車等級、停靠模式、運行方向。

¹臺鐵局 綜合調度所 主任調度員

²臺鐵局 綜合調度所 主任調度員兼組長

³臺鐵局 綜合調度所 調度員

⁴臺鐵局 綜合調度所 站務佐理

Abstract

In order to operate three new stations like Miaoli, Taiwan High Speed Rail's stop mode is more complicated. Through the difference of train number, it tries to make a quickly way for passengers to distinguish trains. Our nation's traditional rail-Taiwan Railways Administration, the rule of its train number should considering train type and diversity of line, causing it developed a complicated train number pattern.

Domestic railway systems train number is mainly rely on 3 to 4 numbers and English alphabet supplemented. In this short train number which reveals a lots of information of train schedule plan which including running direction of trains, train classes and attributes. Every rail corporation makes train number's rule and considering factors are different. Through comparing the principle of domestic, China, Japan Shinkansen and the British's railway, we tried to advance the suggestions to Taiwan railways' train number. Internal to make employees understanding, and external to convenient for marketing.

Keywords : *train number, train classes, train stop mode, running direction of trains*

一、前言

台灣高鐵新增三站 104 年 12 月 1 日通車後，依 12 月 9 日聯合晚報報載「看關鍵密碼 秒懂高鐵票」，高鐵公司表示其停靠站模式有直達車、站站停與跳蛙式 3 種，旅客只要看懂車次編碼原則，就能一秒看懂列車停站模式。

臺鐵局列車車次命名規則，曾於 100 年 9 月併當年年度時刻調整案一同進行全線列車碼重整、重新訂定車次名編排原則。統一以列車運行方向、線別、等級等重新規劃。

本文先行分析臺鐵局及台灣高鐵公司車次名編排原則，併同兩鐵道間之比較，做出歸納，分析其異同處。惟高鐵與臺鐵具部分運輸性質之差異，如車種混雜度、路線複雜度等，故再解構日本新幹線、鐵路發明始祖英國鐵路及中國大陸等鐵路系統發達、與臺鐵營運性質較貼近之 3 國鐵道其車次名編訂原則，藉由標竿學習之態度，希對臺鐵局現行車次名編排原則提出精進作為之建議，提供後續車次名修訂之參考。

二、國內軌道系統車次名編排原則

2.1 臺鐵局車次名編排原則

臺鐵局列車名長久以來以臺北為基準點，列車駛出臺北城為奇數碼，駛入臺北城則為偶數碼，如昔日 63 次為臺北開往台東莒光號，31 次為臺北開往高雄莒光號，此進、出城命名原則與日本東京都概念相同。唯臺鐵自南迴鐵路通車後，構成一環島鐵路網，列車系統逐趨複雜，跨線、半環列車難以辨識其行駛方向，如 1000 次彰化經臺北往花蓮自強號，局內各單位一線同仁無法立即依車次名判斷列車運行方向，遂因應臺鐵局列車系統特性將車次名全面改以順、逆時針概念為奇、偶數命名，較易清楚辨識。

昔日臺鐵局亦依照車種別編排車次名，自強號、非對號列車為 4 碼，莒光號為 1~2 碼、復興號及貨物列車為 3 碼。

鑑於當時車次名紊亂和缺失，臺鐵局於 100 年進行各級列車「車次名」編修計畫，配合當年六家支線通車改點案一併於 9 月 28 日起實施，希能編定「方便、快捷、好用且長久有效之車次名編排原則」，以供乘車旅客及臺鐵局員工快速且有效的應用，建立臺鐵局應有之「品牌形象」。以下將臺鐵局現行車次名施行原則臚列如下：

2.1.1 列車運行方向

車次名末碼以順時針方向為偶數碼，逆時針方向為奇數碼。

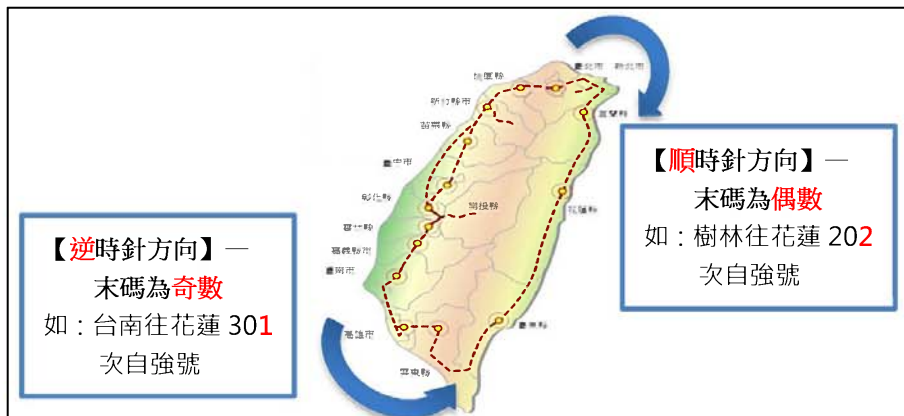


圖 1 臺鐵局環島鐵路路線圖

2.1.2 列車車種別

依臺鐵路運輸特性與列車開行性質劃分為3類，旅客列車分別區分為對號、非對號2種，貨物列車、迴送列車等歸類於第3類-其他列車。因應各車種別訂定不同車次名數，其中旅客列車中第1類「對號列車」為3碼(觀光及團體列車除外)，第2類「非對號列車」為4碼；第3類「其他列車」亦均為4碼。

(一)對號列車：自強(101~499)、莒光及復興(501~799)。

【環島/觀光/團體列車為1~99】

(二)非對號列車：區間車(1001~4999)。

(三)其他列車：臨時客車(5001~5999)、軍運/行包列車(6001~6999)、貨物列車(7001~7999)、試運轉/單機/迴送列車(8001~8999)、工程/救援機列車(9001~9999)等。

表 1 臺鐵路車次名編排總表

項次	車次編列碼	規 範 內 容
1	1~99	全區環島、觀光、團體列車
2	101~999	全區對號客車(含自強、莒光及復興號等列車)
3	1001~1999	北部非對號客車(含區間快、區間車、支線列車等)
4	2001~2999	中部非對號客車(含區間快、區間車、支線列車等)
5	3001~3999	南部非對號客車(含區間快、區間車、支線列車及普通車等)
6	4001~4999	東部非對號客車(含區間快、區間車、支線列車及普通車等)
7	5001~5999	全區臨時客車(含對號旅客列車、兩鐵、郵輪式、專車等)
8	6001~6999	全區軍運列車(含客、貨及混合列車等)與行包專車
9	7001~7999	全區貨物列車
10	8001~8999	試運轉、單機及迴送列車
11	9001~9999	工程及救援機、列車

2.1.3 行駛線別

車次名重編時，依列車行駛區間分為西幹、北迴及南迴線3類，103年因應花東電化通車暨普悠瑪全數投入東幹線使用，遂自北迴線中獨立劃分出東幹線(樹林=台東)至今，共計4類。各類差異為車次名中「首位」數字，並將車種別

亦融入其中共同編訂。

(一)對號列車

區分為西幹線等以下 4 類：

- 1、西幹線(七堵=潮州)：自強號為 1 開頭、莒光/復興號為 5 開頭。
- 2、北迴線含北半環跨線列車(彰化=臺北=花蓮)：自強號為 2 開頭，莒光/復興號為 6 開頭。
- 3、南迴線含南半環跨線列車(台中=高雄=台東=花蓮)：自強號為 3 開頭，莒光/復興號為 7 開頭。
- 4、東幹線(樹林=台東)：自強號為 4 開頭，莒光/復興號為 6 開頭。

(二)非對號列車(區間車及區間快車)

區分北、中、南、東 4 類，北部區間為 1 開頭、中部區間為 2 開頭、南部區間為 3 開頭，東部區間則為 4 開頭。

2.1.4 設置預備碼

臺鐵路車次名依列車開行時間先後依序編訂，設置預備碼係預做時刻調整時增班使用，以避免改點時需大規模調整車次名編排順序。

(一)對號及支線列車：末碼 9、0 為預備碼。

(二)非對號列車：末碼 5、6、9、0 為預備碼。

綜上，臺鐵路車次名依列車運行方向、列車車種及列車行駛線別編訂車次名原則，施行現況如下表。

表 2 臺鐵路車次名編訂原則

對號列車		非對號列車	
觀光及團體列車	1、1~40(自強等級) 2、51~90(莒光等級)	北部區間	1、區間快車：1001~1099 2、區間車：1101~1699 3、支線列車：1701~1999
自強號	1、西幹線：101~199 2、北迴線：201~299 3、南環線：301~399 4、東幹線：401~499	中部區間	1、區間快車：2001~2099 2、區間車：2101~2699 3、支線列車：2701~2999

莒光號及 復興號	1、西幹線：501~599 2、北迴線：601~699 3、南環線：701~799	南部區間	1、區間快車：3001~3099 2、區間車：3101~3699 3、支線列車：3701~3999
*註：對號車末碼 9、0 為預備碼。 非對號正線班次 5、6、9、0； 支線班次 9、0 為預備碼。		東部區間	1、區間快車：4001~4099 2、區間車：4101~4699 3、支線列車：4701~4999

2.2 台灣高鐵車次名編排原則

台灣高鐵公司(以下簡稱高鐵)自 104 年 12 月 1 日新增三站通車後，列車停靠模式較為複雜，其車次名除依據列車運行方向劃分外，另針對停靠模式，訂定不同編碼原則。

2.2.1 列車運行方向

北上列車車次名為雙數，南下則為單數。

2.2.2 列車停靠模式

列車停靠模式分為「直達」、「跳蛙式」及「站站停」3 類，可經由車次名首位數字判別。

直達模式有 2 類，分別為僅停板橋及台中的 1 開頭傳統直達車，及加停嘉義與台南的 2 開頭直達車；跳蛙式亦有 2 類，3 開頭為台中以南站站停之跳蛙式停靠，而 6 開頭則為不停靠新增 3 站之跳蛙式列車；站站停中，5 開頭為臺北=台中或台中=新左營，8 開頭則為北=高間站站停。

2.2.3 加班車

逢五、六、日假日增開之加班車為 4 碼，首位數字均為 1，扣除首位數字後，與定期列車三碼之編碼邏輯相同。以下將台灣高鐵公司車次名編碼原則彙整如下圖。

	停站模式	列車編號	運行時間
直達	北 板 ——— 中 ——— 左	1XX	96 分
	北 板 ——— 中 ——— 嘉 南 左	2XX	108 分
跳蛙式	北 板 ——— 中 彰 雲 嘉 南 左	3XX	120 分
	北 板 桃 竹 ——— 中 ——— 嘉 南 左	6XX	
站站停	北 板 桃 竹 苗 中	5XX	66 分
	中 彰 雲 嘉 南 左	5XX	72 分
	北 板 桃 竹 苗 中 彰 雲 嘉 南 左	8XX	138 分

圖 2 高鐵列車各停站模式比較圖

2.3 國內軌道車次名編排原則比較

臺、高兩鐵規劃車次名各有一套準則，兩者均將列車運行方向列為編訂原則之一，閱讀者可由車次名末碼判別列車開行方向，惟因高鐵為南北向之軌道系統，故列車資訊以北上、南下顯示，而臺鐵局則以順行、逆行加註起訖站方式表示(如：【順行】臺北→花蓮)。

臨時列車車次名部分，臺、高兩鐵均由 3 碼增為 4 碼，加以區別、方便辨識，差別在於高鐵以 1 開頭顯示(如逢六、日行駛之臺北往左營 1617 次)，臺鐵局則為 5 開頭(如 105 年 2 月 5 日行駛之花蓮往樹林 5269 次)。

然因臺鐵局車種複雜，且為環島路網，與高鐵單一車種、行駛路線單純等特性大相逕庭，參考變數較多的情況下，臺鐵局車次名規劃較高鐵更為複雜。以下將兩鐵車次名規劃因子比較如下表。

表 3 兩鐵車次名規劃因子比較表

	台鐵	高鐵
列車運行方向	v	v
列車車種別	v	x
行駛線別	v	x
停站模式別	x	v

三、國外軌道系統車次名編排原則

3.1 日本新幹線

日本 JR 鐵道公司承襲原日本國鐵之車次命名法，其架構主要係以數字及英文字母組成，車次名為 1 至 4 碼，另於數字尾加註英文字母，JR 公司的車次命名原則摘要、分述如下：

3.1.1 數字編碼原則

數字碼至多為 4 碼，末碼以奇、偶數揭露列車行徑方向，列車行駛方向主要以東京都為基準，進城方向為偶數，反之則為奇數。然因直通運轉或受路線方向性影響(如接駁兩平行幹線之支線)，部分路段會出現基數、偶數混合之特例情形。等級最高之特級列車，偶以單位數字表示，如 Super Azusa 1 號為 1M。以下將 4 碼數字代表意義拆解如下：

- (一)十位數(00~99)：制定初期主要係用於區分列車種別，以停靠站多寡分為 0~49 之快車及 49~99 慢車 2 種。惟因列車開行模式日趨複雜，現則表列車開行時間順序之流水號。
- (二)百位數：同時表示列車等級與行駛線別/區間。前者以特急列車為例，通常以 0 表示，如：宇和海 4 號車次名為 1054D、八雲 12 號車次名為 1012M。後者以 JR 東日本千葉支社線內之列車為例，百位數 5 為鹿島線列車，如佐原=鹿島神宮 5525M 次，8 為成田線(成田~我孫子間)，如成田=我孫子 840M 次。
- (三)千位數：規範列車的運行型態，1~5 為定期列車，6~8 為季節或臨時列車加開使用。

3.1.2 英文字母編碼原則

英文字母皆附於數字車次名之後，除字母中「I」、「J」易與數字產生混淆，避開不用外，餘字母使用原則可分為 2 大部分：

(一)區分電力或非電力列車：

電車列車會使用「M」(motor)，如姬路往寺前之普通車，車次名為 5605M；柴油氣動車則以「D」(diesel)表示，如寺前往和田山之普通車，車次名為 223D。如係機車牽引之客、貨車，則車次名皆無英文字母，有時係以日文

假名「レ」註記。

(二)區分行駛線別/區間

針對都會圈路線或不同新幹線公司區別行駛線別/區間。

3.1.3 文字編碼原則

針對特定列車性質，如迴送、試運轉列車等，以文字於車次數字碼前加註。如「回 XXXX」表迴送列車，尚有執行任務；「構回 XXXX」表該列次返段整備；另「試」表試運轉、「單」為單機列、「雪」為除雪列車等。

3.2 英國鐵道

英國鐵路車次名(Headcodes)，民營化後仍承襲原國營時期之編碼方式，其組成為四碼，除第二碼為英文字母外，其餘為阿拉伯數字。英國鐵路的車次名編訂考量要素主要包含車種、線路、順序，其命名規則，分述如下：

表 4 英文字母編碼原則範例

記號	JR 北海道	JR 東日本	JR 東海	JR 西日本	JR 四国	JR 九州
A		京浜東北線で浦和電車区・下十条運転区出庫の運用をする列車、京葉線の快速、中央・総武緩行線で東西線内を快速運転する列車	東海道新幹線	山陽新幹線・博多南線		九州新幹線

3.2.1 列車車種別

首位數字揭露車種別，英國鐵路將列車種別分為 10 類，1、2 開頭大部分為辦客列車，3~8 為貨物列車或迴送列車(貨物列車依行駛最高速度予以分類)，

9 為行駛至歐陸之高速列車，0 則為單機。

表 5 英國鐵路車次名首碼編排原則

數字	規範內容
1	快車/郵政/部分指名行包/救援列車
2	普通/政府專車
3	部分指定貨物列車/部分行包專車/秋季除落葉列車/特別指定之迴送列車
4	貨物列車 (最高速度 75mph)
5	迴送列車
6	貨物列車 (最高速度 60mph)
7	貨物列車 (最高速度 45mph)
8	貨物列車 (最高速度 35mph)
9	以 373 型電車行駛之列車(歐洲之星)/ 其他特別指定之列車
0	單機列車

3.2.2 列車運行方向

第二碼以英文字母組成，表示列車終點站地區。字母 Q，特別作為軌道紀錄列車之車次碼，X、Y，則作為預備碼，供特殊情形使用。地區內部行駛之列車，會使用剩餘的英文字母來定終點或線別。在班次較密集或地方性路線，同一車次碼可在一日內重複使用。

表 6 英國鐵路車次名首碼編排原則

字母	規範內容		
E	東部地區		
L	盎格利亞地區		
M	中部地區	A	倫敦地區
		D	北威爾斯地區
		G	伯明罕地區
		H	曼徹斯特地區
O	南部地區		
S	蘇格蘭地區		
V	西部地區		

列車名末兩碼為數字碼，用於辨識各列車，表達列車開行順序。如晚間由

倫敦 Euston 車站前往曼徹斯特 Piccadilly 車站的快車，屬行駛於中部地區內，前往曼徹斯特地區之字母為H，車次碼為 1H77，下午班次末兩碼數字會較大。

3.3 中國鐵道

中國鐵路列車車次是前中華人民共和國鐵道部、現中國鐵路總公司依據不同行駛方向、不同車種、不同行駛區段和不同運行時刻的列車編訂的標示碼，以方便區別。現行旅客列車等級及車次自 2014 年 12 月 10 日起實施，車次名主要由英文字母和 1 至 4 碼阿拉伯數字組成。

3.3.1 列車車種別

列車等級粗分為「特快旅客列車」、「快速旅客列車」、「普通旅客列車」及「臨時列車」等 4 大類。

「特快旅客列車」及「快速旅客列車」車次冠以漢語拼音字母，加以區分列車車種別。G 表示高速動車組列車、C 為城際動車組列車、D 為動車組列車、Z 為直達特快列車、T 為特快列車、K 為快速列車。除 C 開頭之城際動車組車次總範圍為 C1-C9998 不分直通、管內外，其餘列車均再依車次細分為直通、管內等，1~4000 為直通圖定，4001~4998 為直通臨客預留，5001~9000 為為管內圖定，9001~9998 為管內臨客預留。

「普通旅客列車」則依停靠站多寡與模式分為 3 類，如下表。

表 7 中國大陸普通旅客列車編碼原則

種類	規範內容	車次名
普通旅客快車 (普快)	沿途停靠的車站除了停靠線路上所有地級市和以上級別城市的車站，也停靠不少縣級市車站	車次總範圍：1001~5998。 1001~3000：直通圖定。 3001~3998：直通臨客預留。 4001~5998：管內。
普通旅客慢車 (普客)	一般全程停靠沿途大部分車站，基本上「站站停」	車次總範圍為 6001~7598。 6001~6198：直通。 6201~7598：管內。
通勤列車	通常用於鐵路職工和周邊居民上下班，列車「站站停」	車次總範圍為 7601~8998，均為管內列車。

註：「管內」表示列車行駛區段在同一個鐵路局的管轄範圍之內，而與之相對的「直通」，則代表列車運行區段超過一個局的管轄範圍。

臨時列車則分為「臨時旅客列車」及「臨時旅遊車」2種。前者以英文字母 L 表示，表一般在春運、暑運、國慶長假等客流高峰時候開行的臨時旅客列車，車次總範圍為 L1~L9998，其中 L1~L6998 為直通，L7001~L9998 為管內；後者以英文字母 Y 表示，主要為旅遊高峰客流而開行的旅客列車，亦包含旅行社向鐵道部申請組織成團包車而開行的旅遊專列，車次總範圍為 Y1~Y998，其中 Y1~Y498 為跨局，Y501~Y998 為管內旅遊列車。

3.3.2 列車運行方向

按列車行駛方向的不同以單、雙數來區別。當列車行駛方向為線路的上行方向，車次的數字為雙數；反之經線路下行方向運行，車次的數字為單數。如列車在運行途中由上行變成下行或由下行變成上行，都需更換車次名。如北京往丹東之列車，車次名為 2251/2253/2256/2257 並存。

列車運行方向的上行或下行方向依下列方針界定：

- (一)以首都「北京」為中心，從北京始發的列車為下行，往北京方向的為上行。
- (二)在連接北京的鐵路幹線上，往北京方向運行為上行，反之為下行。
- (三)如所經鐵路與北京不連通，或為支線，則以朝向北京的幹線方向為上行，背離北京幹線方向為下行。
- (四)同一條鐵路線路上，由靠近線路起點的車站，往靠近線路終點之車站為下行，反之為上行。

中國鐵路列車命名規則，原則以首都方向作為基準，進京方向車次碼為雙數，離京方向則為單數。部分列車會因方向變更而更換車次名，或因列車跨日且行駛距離過長，為避免同日出現重複車次名而變更，因而出現同列車數種車次名同時存在之情形。

列車運行方向以鐵道部規定為準，惟實際仍因各地區情況(如管內列車或跨局列車)而有所不同。

四、各國軌道系統車次名編排要素比較

整理分析各國車次名編排要素，均為英文及數字並用，數字至多為 4 碼；其中日本新幹線另加入漢字之使用，車次使用符碼變數增為 3 種表示方式。以

下將各國使用符碼及編排要素彙整比較如下表。

表 8 各國鐵道車次名編排要素比較表

差異點		臺鐵	臺灣高鐵	日本新幹線	英國鐵道	中國鐵道
使用符碼	英文	V	X	V	V	V
		· 數字之末 · 特殊任務		· 數字之前 · 特殊任務/ 行駛線別	· 數字之中 · 行駛地區/ 線別	· 數字之前 · 車種別
	V	V	V	V	V	
	數字	1~4 碼	3 碼為主 4 碼為輔	1~4 碼	非連續 3 碼 首碼數字後 為英文字母	1~4 碼
漢字	X	X	V	X	X	
編排要素	列車等級	V	V	V	V	V
	運行方向	V	V	V	V	V
	行駛線別	V	X	V	V	V
	停靠模式	X	V	V	X	X

由上表可知，除臺灣高鐵公司因幅員較小，具單一車種、路線等要件，其編排要素相對簡單，使用符碼亦較為單純。臺鐵、英國及中國鐵道均未將停靠模式別納編排要素，而日本新幹線能將停靠模式納入規劃，究其原因，係因多增加使用漢字之符碼，故車次名的區別可更加廣泛。

五、臺鐵路車次名精進建議

臺鐵路現行車次名編碼原則已因變項過多致複雜度頗高，依車種別將車次名區分為 3 大類，又依行駛線別再予以區分，實無餘裕空間再加入停靠站變數。因僅對號列車方有停靠站模式區分之必要，試解構臺鐵路自強號編碼如下。

對號列車為「101~799」3 碼，其中自強號為 101~499，百位數(首位)為行駛線別，十位數逢跨線時區別使用(1~6 非跨線，7~9 為半環跨線列車)，個位數(末碼)為列車行徑方向。拆解說明如下圖。

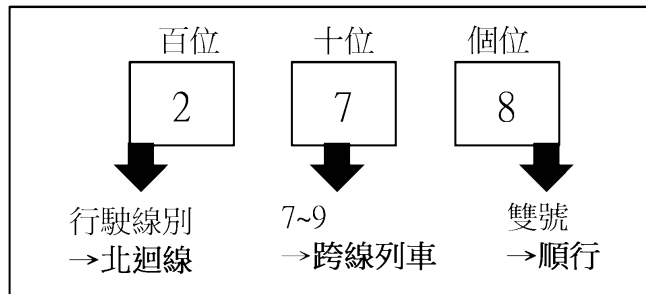


圖 3 臺鐵路車次名解構

雖無法將停靠站別因素加入車次名編排原則，唯建議目前車次名可朝 2 方向再予以精進，其一是將自強號車種劃分為傾斜式及非傾斜式 2 類，其二為配合未來臺鐵路快速列車行銷，將直達招牌車獨立列出。茲將各方案考量因素及具體作法說明並分析如下。

5.1 自強號細分為傾斜式及非傾斜式 2 類

現行負責調度列車之綜合調度所行控室，調度員使用之運行圖上，以車次名後註記 T/TP 註記傾斜式列車(如 426T 為太魯閣號，448TP 為普悠瑪號)，未標註之自強號為非傾斜式(含推拉式、柴聯等)，除行控室外，現場行車人員無法經由車次名判定自強號車種。

未來臺鐵路車種朝簡化為城際及區間客車 2 類，城際客車車型僅餘傾斜及非傾斜 2 種；又現行傾斜式列車多行駛直達、半直達列車，且列車性能較其他自強號佳，故建議將自強號區分為傾斜及非傾斜 2 類，其他車型之自強號無須再劃分。

具體作法是將對號列車 3 碼中之十位數再予以細分，0~4 碼為傾斜列車(X00~X49)；5~9 碼為非傾斜列車(X50~X99)；其中各末碼為跨線列車(X40~49 為傾斜跨線、X90~X99 為非傾斜跨線)。分解說明如下表。

表 9 車次名精進具體做法說明表

百位數	十位數			個位數
車種別/ 行駛線別 (1、2、3、4)	傾斜式	不跨線	0、1、2、3	列車行徑方向 (0~9)
		跨線	4	
	非傾斜	不跨線	5、6、7、8	
		跨線	9	

舉例：現行彰化經海線往花蓮 278 次北半環普悠瑪，車次名依此規則將修正為 248 次【2 表線別及車種(北迴線自強號)，4 表傾斜、跨線列車，8 為雙數號，表列車行徑方向(順行)】。

5.2 直達招牌車獨立列出

東幹線現每日開行 3 對臺北=台東直達列車，北半環現每日開行 2 對斗六/彰化=花蓮直達列車，上述直達列車兼具車輛新穎(均為傾斜式列車)、行駛快速、利用率高等特性。今(105)年4月起，西幹線每日將開行1對松山=潮州直達列車，屆時，東幹線、西幹線、北環線 4 小時內直達車全數到位。配合車次名調整，將可提高辨識度，利於整體直達招牌車行銷作業。

具體作法是將現「觀光及團體列車」1~99，調整供直達招牌列車使用，首位(十位)數字仍比照行駛線別規則，故 10~19 為西幹線直達車，20~29 為北環線直達車，30~39 為南環線直達車，40~49 為東幹線直達車。分解說明如下圖。

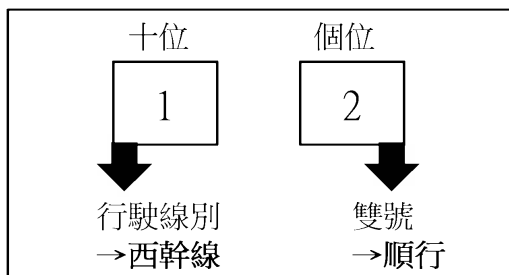


圖 4 直達招牌車命名規則

舉例：現行台東經花蓮往樹林 402 次直達自強號，車次名依此規則將修正為 42 次【4 表線別(東幹線)，2 表列車行徑方向(順行)】。

六、結論與建議

車次名為開行列車的身分 ID，然對旅客而言，除本文探討之各國鐵路公司均未將車次名編定原則加以對外推廣外，且以我國鐵路訂票系統而言，除特定選擇臺鐵局訂票系統中【車次訂單程/來回票】需瞭解車次名外，其餘無論臺、高兩鐵訂票管道均透過點選乘車日期、時間、起訖站、車種等資訊後，即可訂票(即不須查明車次名)。目前臺鐵局訂票系統已人性化，旅客輸入乘車需求後，「列車時刻查詢系統」頁面便揭露符合班次之起、訖站時間、總運行時間及各停靠站到開等資訊，旅客均能一目了然，故車次名編排毋需針對停站模式另建立規則。綜言之，旅客對車次名較不敏感，是以，建立一「懶人包」教導旅客了解並記誦車次名編排原則，以縮短訂票時間實屬非必要。以企業行銷面而言，建置一簡明易上手的訂票系統方符合旅客需求。

反之，對內部行車人員、第一線工作的路線、設備維養同仁而言，車次名卻占重要地位。透過車次名，列車運行方向、車種別、路線別、列車等級等資訊一目了然。

然傾斜式列車全數到位，直達招牌車將是臺鐵局一大賣點，為便利包裝、行銷，甚至未來規劃新的定價策略、以實施市場區隔等，必須讓旅客容易辨別與記憶所謂的「Super Train」。

綜上，建議臺鐵局在現行列車碼編訂原則下，加入自強號為傾斜或非傾斜識別之變項，以利臺鐵局各行車運轉人員區分。另針對直達招牌列車，於現行自強號車次名中獨立，另以設計一方便記憶之廣告文宣，俾利旅客對此類列車有感，至於整套的車次名編排原則，僅供鐵路內部參照即可。

參考文獻

- 1.中國鐵路總公司(2014)。中國鐵路總公司關於印發列車車次編排規定的通知。鐵總運 308 號，4-8。
- 2.交通部臺灣鐵路管理局(2015)。交通部臺灣鐵路管理局 時刻表。
- 3.伊藤保洋(2014)。交通新聞社の小型全國時刻表。交通新聞社。
- 4.嚴文廷(2015)。停站模式複雜 看關鍵密碼 秒懂高鐵票。聯合晚報。A8 版。

5. コロタン文庫 51 鉄道時刻表全百科(1980)。株式会社小學館。
6. British Railway Bell Codes and Locomotive Head Codes(2010). Retrieved March 7, 2016, from <http://myweb.tiscali.co.uk/gansg/3-sigs/bellhead.htm>。
7. scot-rail.co.uk(2016)。Retrieved March 7, 2016, from <http://www.scot-rail.co.uk/page/HomePage>。
8. 維基百科(2016)。中國鐵路列車車次，2016年3月5日，取自：
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E4%B8%AD%E5%9B%BD%E9%93%81%E8%B7%AF%E5%88%97%E8%BD%A6%E8%BD%A6%E6%AC%A1>。
9. 維基百科(2016)。列車番号の付番方法，2016年3月5日，取自：
<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E5%88%97%E8%BB%8A%E7%95%AA%E5%8F%B7%E3%81%AE%E4%BB%98%E7%95%AA%E6%96%B9%E6%B3%95>。
10. 維基百科(2016)。Train reporting number，2016年3月5日，取自：
https://en.wikipedia.org/wiki/Train_reporting_number。

約稿

1. 為將軌道運輸寶貴的實務經驗及心得紀錄保存，並提供經驗交換及心得交流的平台，以使各項成果得以具體展現，歡迎國內外軌道界人士、學術研究單位及臺鐵局相關人員踴躍投稿。
2. 本資料刊載未曾在國內外其他刊物發表之實務性論著，並以中文或英文撰寫為主。著重軌道業界各單位於營運時或因應特殊事件之資料及處理經驗，並兼顧研究發展未來領域，將寶貴的實務經驗或心得透過本刊物完整記錄保存及分享。來稿若僅有部分內容曾在國內外研討會議發表亦可接受，惟請註明該部分內容佔原著之比例。內容如屬接受公私機關團體委託研究出版之報告書之全文或一部份或經重新編稿者，惠請提附該委託單位之同意書，並請於文章中加註說明。
3. 來稿請力求精簡，另請提供包括中文與英文摘要各一篇。中、英文摘要除扼要說明主旨、因應作為結果外，並請說明其主要貢獻。
4. 本刊稿件將送請委員評審建議，經查核通過後，即予刊登。
5. 來稿文責由作者自負，且不得侵害他人之著作權，如有涉及抄襲重製或任何侵權情形，悉由作者自負法律責任。
6. 文章定稿刊登前，將請作者先行校對後提送完整稿件及其電腦檔案乙份(請使用 Microsoft Word2003 以上中文版軟體)，以利編輯作業。
7. 所有來稿(函)請逕寄「11244 臺北市北投區公館路 83 號，臺鐵資料編輯委員會」收。電話：02-28916250 轉 213；傳真：02-28919584；E-mail：0245233@railway.gov.tw。

臺鐵資料季刊撰寫格式

格式	自行打印於 B5(18.2 公分*25.7 公分)，使用 Microsoft Word 軟體編排。上、下邊界 2.54 公分；左、右邊界 1.91 公分。中文字體以新細明體，英文字體以 Times New Roman 為原則。 請於首頁輸入題目、作者姓名、服務單位、職稱、聯絡地址、電話及 E-mail。
題目	中文標題標楷體 18 點字粗體，置中對齊，與前段距離 1 列，與後段距離 0.5 列，單行間距。 英文標題 Times New Roman 16 點字粗體，置中對齊，與前段 0 列、後段距離 0.5 列，單行間距。
摘要標題	標楷體 16 點字粗體，置中對齊，前、後段距離 1 列，單行間距。
摘要	標楷體 12 點字，左右縮排各 2 個字元，第一行縮排 2 個字元。與前、後段距離 0.5 列，左右對齊，單行間距
關鍵詞	中英文關鍵詞 3 至 5 組，中文為標楷體 12 點字，英文為 Times New Roman 12 點字斜體。左右縮排各 2 個字元，第一行縮排 2 個字元。與前、後段距離 0.5 列，左右對齊，單行間距。
標題 1	新細明體 16 點字粗體，前、後段距離 1 列，置中對齊，單行間距，以國字數字編號【一、二】。
標題 2	新細明體 14 點字粗體，前、後段距離 1 列，左右對齊，單行間距，以數字編號（【1.1、1.2】）。
標題 3	新細明體 12 點字粗體，前、後段距離 0.75 列，左右對齊，單行間距，以數字編號 (1.1.1、1.1.2)
內文	新細明體 12 點字，第一行縮排 2 個字元，前、後段距離為 0.25 列，左右對齊，單行間距，文中數學公式，請依序予以編號如：(1)、(2))
圖表標示	新細明體 12 點字，置中對齊，圖之說明文字置於圖之下方，表之說明文字置於表之上方，並依序以阿拉伯數字編號 (圖 1、圖 2、表 1、表 2)。
文獻引用	引用資料，註明出處來源，以大引號標註參考文獻項次，12 點字，上標

參考文獻

以中文引述者為限，中文列於前、英文列於後，中文按姓氏筆畫，英文按姓氏字母先後排列，左右對齊，前後段距離 0.5 列，單行間距，第一行凸排 2 個字元。如：

1. 王永剛、李楠 (2007)，「機組原因導致事故徵候的預測研究」，中國民航學院學報，第廿五卷第一期，頁25-28。
2. 交通部統計處 (2006)，民用航空國內客運概況分析，擷取日期：2007年7月27日，網站：
3. 交通部臺灣鐵路管理局 (2007)，工程品質管理手冊。
4. 洪怡君、劉祐興、周榮昌、邱靜淑 (2005)，「高速鐵路接駁運具選擇行為之研究－以臺中烏日站為例」，中華民國運輸學會第二十屆學術論文研討會光碟。
5. Duckham, M. and Worboys, M. (2007), Automated Geographical Information Fusion and Ontology Alignment, In Belussi, A. et al. (Eds.), Spatial Data on the Web: Modeling and Management, New York: Springer, pp. 109-132.
6. FHWA (2006), Safety Applications of Intelligent Transportation Systems in Europe and Japan, FHWA-PL-06-001, Federal Highway Administration, Department of Transportation, Washington, D.C.

臺鐵資料季刊論文授權書

本授權書所授權之論文全文與電子檔，為本人撰寫之

論文。

(以下請擇一勾選)

同意 (立即開放)

同意 (一年後開放)，原因是：

同意 (二年後開放)，原因是：

不同意，原因是：

授與臺鐵資料編輯委員會，基於推動讀者間「資源共享、互惠合作」之理念，於回饋社會與學術研究之目的，得不限地域、時間與次數，以紙本、光碟、網路或其它各種方法收錄、重製、與發行，或再授權他人以各種方法重製與利用。

簽名：

中華民國 年 月 日

備註：

1. 本授權書親筆填寫後(電子檔論文可用電腦打字)，請影印裝訂於紙本論文书名頁之次頁，未附本授權書，編輯委員會將不予驗收。
2. 上述同意與不同意之欄位若未勾選，本人同意視同授權立即開放。

臺鐵資料

季刊 第 357 期

發行人	周永暉
編輯者	臺鐵資料季刊編輯委員會
審查者	臺鐵資料季刊審查委員會
主任委員	周永暉
副主任委員	鹿潔身、何獻霖、鐘清達
總編輯	朱來順
副總編輯	蔣東安
編輯	何怡宣
出版者	交通部臺灣鐵路管理局 地址：10041 臺北市北平西路 3 號 電話：02-23899854 網址： http://www.railway.gov.tw
出版日期	中華民國 105 年 6 月
創刊日期	中華民國 52 年 10 月
封面圖片說明	臺鐵富岡車輛基地
封面圖片攝影者	施萬隆
印刷者	文名文具印刷有限公司 地址：206 基隆市七堵區崇禮街 23 號 電話：02-24566075
展售門市	國家書店松江門市 地址：10485 臺北市松江路 209 號 1 樓 電話：02-25180207 網址： http://www.govbooks.com.tw 五南文化廣場 地址：40042 臺中市中區中山路 6 號 電話：TEL：(04)22260330 網址： http://www.wunanbooks.com.tw

電子全文登載於臺鐵網站

GPN：2005200020

ISSN：1011-6850

著作財產權人：交通部臺灣鐵路管理局

本書保留所有權利，欲利用部分或全部內容者，須徵求著作財產權人書面同意或授權。

中華郵政臺字第1776號登記第一類新聞紙類
行政院新聞局出版事業登記局版臺字第1081號

ISSN 1011-6850



9 771011 685005 1

ISSN 1011-6850
定價:新台幣200元