

ISSN 1011-6850

TAIWAN RAILWAY JOURNAL

TRJ 臺鐵資料

季刊

376  
Mar.2021  
Spring



交通部臺灣鐵路管理局

Taiwan Railways Administration, MOTC

## 目錄 Contents

臺鐵第四代票務系統-回顧與展望.....楊孝博	1
A Review and Foresight for the 4th Generation Ticketing System of Taiwan Railways Administration.....Yang,Hsiao-Po	
扣件缺失辨識系統建置研究.....莊瓊智.何紹祥.郭俞均.嚴信成.江鴻偉	25
A Research on the Establishment of a Defective Fasteners Detection System.....	
.....Chuang,Chiung-Chih. Ho,Shao-Hsiang. Kuo,Yu-Chun. Yan,Sin-Cheng. Chiang,Hung-Wei	
吹碴作業應用於改善石碴支承不良之可行性研究-以宜蘭線K71為例.....	51
.....林淑霞.劉雅嫻.吳正義.謝毅達	
A Feasibility Study of Improving Ballast Bearing by Stone Blowing- A case of Yilan Line on the Measurements.....Lin,Shu-Hsia. Liu,Ya-Man. Wu,Chen-Yi. Hsieh,Yi-Dar	
揭開臺鐵隱性旅客需求之面紗.....吳慧婷.何字卿	67
Analysis of Demand of TRA Potential Passenger.....Wu,Hui-Ting. He,Zi-Qing	

# 臺鐵第四代票務系統-回顧與展望

## A Review and Foresight for the 4<sup>th</sup> Generation Ticketing System of Taiwan Railways Administration

楊孝博 Yang, Hsiao-Po<sup>1</sup>

聯絡地址：70199 臺南成功大學郵局第 119 號信箱

Address: No.7-119, Tainan Post Box, Tainan City 70199, Taiwan

電話 (Tel)：06-3901331

電子信箱：tra.hpyang@gmail.com

### 摘要

臺鐵自 1983 年起建置了第一代票務系統，而後續第二代及第三代票務系統的建置及改善，使客運售票業務完成電腦化及自動化，滿足旅客的購票需求及增加售票效率，但隨著資訊科技進步與智慧型手機的普及，第三代票務系統的功能與擴充性有所侷限，爰於 2013 年起規劃「票務系統整合再造」計畫（即第四代票務系統），重新規劃售票流程與通路，更進一步納入了收益式管理、各項旅客服務與附業經營等項目。該計畫自 2013 年開始規劃設計，編列新臺幣 11 億餘元預算支應系統及周邊軟硬體設備等計 10 項採購案件。系統於 2019 年 2 月 23 日起開放使用並於 4 月 23 日起後完全取代第三代售票系統，智慧配位達 37%，2020 年 1 月至 6 月期間計有 11.28% 之旅客使用新版官方 APP(台鐵 e 訂通)付款，系統穩定且獲正面評價，臺鐵正式進入票務與旅客服務智慧化時代。

關鍵詞：臺鐵、票務系統、旅客服務、收益式管理。

---

<sup>1</sup> 臺南市政府交通局 科員

## **Abstract**

*Ticketing system of Taiwan Railways Administration has been developed for more than 30 years with three generations, and it provides convenient and intelligent ticketing and booking services for passengers. Due to the development of passenger services in recent years, the 3<sup>rd</sup> generation ticketing system is overloaded by several new and attached functions as group ticket, cruise type train, boxed meal booking system and membership website. Furthermore, the evolution of smart phone and internet technologies bring the booking system into a new stage with quick response and mobile service, the traditional ticketing system with booking website and ticketing counters need to be evaluated and reconstructed. Therefore, the 4<sup>th</sup> generation ticketing system were expected to build a new ticketing model and solve systematic problems from former ticketing systems under new framework and design including the concept of revenue management. The 4<sup>th</sup> generation ticketing system spent 1.1 billion for 10 procurements, and it started from 2013 and then went through the process of planning, design, evaluations and examinations, then finally operated in April, 2019. There are 37% of seats were distributed by intelligent seat system and 11.28% of payments were paid by using the new official APP during January to June, 2020. It takes passengers and users to the new generation with convenient, mobile, friendly and expandable ticketing system.*

*Keyword: Taiwan Railways Administration, Ticketing System, Passenger Service, Revenue Management*

## 一、前言

票務系統是鐵路運輸在客運營收上不可或缺的重要系統，將列車座位轉換為乘車票提供旅客作為運輸的契約及憑證。臺灣鐵路於清代以郵票作為乘車票使用，爾後日本時代全面引進了日本國有鐵路的名片式車票及各類乘車票券制度，1948 年後接續營運的臺灣鐵路管理局（以下簡稱臺鐵）更沿用了日本時代的票券制度及印刷樣式<sup>[25]</sup>，但隨著運輸需求增加與列車增班，名片式車票的發售相當耗費人力與物料，1980 年代計算機科技蓬勃發展，臺鐵也開始導入票務系統進行電腦售票，由電腦自動計算票價、管控座位及帳務結算取代過去的人工作業，加速售票效率與降低售票人員壓力。

歷經三代票務系統的更替後，除一日票、紀念票、自動售票機磁卡與定期票等票券外，其餘票種已全部交由票務系統處理，售票通路更由窗口、對號列車自動售票機擴大至郵局及超商，搭配自動驗票閘門發售背磁車票以及開放電子票證乘車，大幅降低車站售票及剪收票人員業務負擔。但近年來產業發展及旅遊風氣盛行，搭配新購車輛陸續投入運用及各項路線改善工程陸續完工，提升整體服務品質與運輸能量與旅客購票需求。而隨著資訊科技的日異月新，三代票務訂票網頁仍然簡易且功能有限，加上近 10 年來智慧型手機及各類應用程式（APP）的普及，三代票務已無法負擔各項智慧化票務的擴充需求，因而於 2013 年起規劃了「票務系統整合再造案」（即第四代票務系統，以下簡稱四代票務）建置新一代票務系統<sup>[21]</sup>。

有別於一、二、三代票務系統依循前代系統邏輯擴充改善，四代票務期許重新整合各類營運資訊，並以雲端進行資料存取，以確保營運資訊的正確與一致性並能維護資訊安全，同時除了售票業務外更包含了周邊的營收管理、旅客服務與附業經營等項目<sup>[6]</sup>。全案自 2013 年開始規劃，依功能及軟體區分為 10 項案件並陸續辦理採購，全案耗資新臺幣 11 億餘元<sup>[15]</sup>，最重要的核心系統於 2016 年 5 月完成採購，經需求訪談、功能設計及測試驗證後，於 2019 年 2 月 21 日起正式開放民眾使用，並於 2 個月後完全取代舊有售票系統，臺鐵正式進入票務與旅客服務智慧化時代。

因臺鐵票務規定相對其他運輸系統較為複雜，四代票務所投入之經費與人力亦是歷代票務系統之最，也是首次就旅客票務及營運管理重新整合，值得作為其他軌道運輸業者借鏡參考，故本文將介紹臺鐵過去歷代票務系統發展，及

四代票務重新整合再造的規劃、設計、開發過程及各項新增功能，最後簡單比較四代票務上線後的售票情形，並展望臺鐵票務系統的發展及未來。

## 二、臺鐵歷代票務系統回顧

### 2.1 第一代票務系統

臺鐵於 1983 年建置第一代票務系統，並於 1984 年 6 月起正式實施<sup>[1][4][25]</sup>，開啟臺鐵使用電腦售票的新時代，但系統運作邏輯及配座方式仍維持各站固定配額之配座方式，實施車站也僅止於臺北、松山、萬華與板橋等 4 個車站部分窗口（如圖 1），其餘車站仍維持人工發售名片式乘車票，全系統雖曾於 1989 年升級擴充，但並未擴充售票車站數量，使得其電腦售票效能相當有限。雖第一代票務系統未能發揮電腦票務系統預期效能，但卻奠定了臺鐵電腦售票的入門及未來發展方向，包含電腦售票票紙大小（3.x5.7 公分）、材質、顏色、字體、排版及票號設計邏輯等，後續研發的二、三代票務系統延續使用。



圖 1 一代票務售票照片

## 2.2 第二代票務系統

為了改善一代票務站點不夠普及與座位配售不夠彈性的問題，第二代票務系統增加售票車站及售票效率，設計了票務（售票、列車時刻、座位發售及票價計算等）、站務（座位調撥、售退票帳務結算及管理報表等）及座位管理(各站座位分配與調整，以及各種座位型態之分配)等功能<sup>[1]</sup>，1993 年底於全臺特等站及大部分一等站開始實施，對號車票改採大張票（8.5x5.7 公分），使票面可記載更多資訊，座位資訊流通共用，各站可發售其他站座位，大幅提升售票效率。爾後 1996 年起陸續開放語音、網路訂票及信用卡付款等功能，使民眾購票更加便利，以往車站年節大排長龍預購車票情形走入歷史。1999 年春節過後，運量較高的二、三等站陸續改以電腦售票，2001 年底除部分業務清淡或不售票的簡易站（頂埔及大溪等站）及三等站（三民、海端及山里等站）外，全數售票車站均加入電腦售票，原有各大旅行社代售車票的服務以及小站代售大站車票情形均畫下句點。人工發售之名片式車票除了前述業務清淡車站與集集鎮公所代管售票之集集站外，僅有部分車站考量紀念性售予旅客，臺鐵於二代票務後期正式進入全電腦售票的新時代。

## 2.3 第三代票務系統

二代票務雖於各車站普遍實施且效果良好，但其類似 DOS 系統及全鍵盤的操作介面不夠友善，而車票材質為感熱紙票不具磁條或背磁等自動驗票功能、無法自動配售團體票及相關帳務計算不夠周全等缺點，均侷限了二代票務的發展及售票效率。隨著資訊科技及自動化設備發展，2002 年起開始研議發展退換票及進出站驗票自動化的第三代票務系統，最後決定採用背磁式紙票<sup>[1]</sup>，並先行採購了自動驗票閘門、磁卡定期票及背磁票自動售票機等設備，節省站務人員查驗票壓力<sup>[4]</sup>。2008 年中起各站陸續裝設三代票務設備，售票介面採用了更友善的視窗型操作介面，改善二代票務缺陷並新增多項功能，包含人工票據的統一控管銷帳、帳務金流、售票統計等資料彙整及管理報表輸出查詢等功能，並於 2010 年底於完成全面使用。其乘車票版面及票號設計延續二代票務格式，惟票面日期之年份改以西元年份記載，小票部分將局銜與日期對調，以避免乘車票日期因自動驗票閘門打孔難以辨認。三代票務除了使臺鐵票務系統更加完善外，其背磁系統增加退換票與進出站驗票的自動化作業。爾後陸續開放電子

票證乘車及超商取票等服務，增加售票通路並大幅降低車站售票壓力。

## 2.4 歷代車上補票系統

過去車上補票由列車長填寫紙本補價票，再經人工計算票價售予旅客，隨著票務系統與掌上型電腦設備的發展，臺鐵於 2000 年引進了第一代掌上型補票系統，可自動計算票價及結帳並取代傳統紙本補票。2010 年再採購了第二代掌上型補票系統，縮小電腦體積並以藍芽連結印表機列印車票，再加入規章、時刻表及座位檔查詢等各類業務查詢功能，惟座位檔為乘務出發前下載之離線資料而無法即時更新，因此於四代票務規劃時一併採購新一代掌上型補票系統。

新一代掌上型補票系統除延續第二代掌上型補票功能外，具備 4G 網路連線功能，即時更新座位資訊並具座位管理功能(座位鎖定及預留劃座功能等)、上傳各類報單及緊急通報等，亦增加了電子票證註記功能，經查驗票註記搭乘車種後，依電子票證搭乘規定扣收實際票價。新一代掌上型補票系統將使列車長增加值勤效率，提升乘務工作智慧化程度。

## 2.5 四代票務系統的期許與需求

近年隨著東部鐵路改善工程完工與新購列車加入縮短行駛時間，一票難求逐漸成為臺鐵年節訂票的新聞代名詞<sup>[16]</sup>，票務系統亦陸續擴增功能，但因三代票務屬封閉性架構且容量有限，近年陸續新增的各項功能（桌型座位、會員系統、團體、郵輪式列車訂票及台鐵 e 訂通 APP），無法於系統內新增而須以加掛或串接等方式處理<sup>[21]</sup>，而如有更新時刻、票價或站名等資訊時，須由各系統自行更新，因而有資訊不一致之風險，更可能發生跨系統間無法正常訂票之情形。

隨著票務業務與智慧型手機的快速發展，台鐵 e 訂通 APP 功能新增需求、無紙化車票、各類票務軟硬體更新所需之運算資源與設備規格，已超出三代票務系統可負擔範圍，有重新建置票務系統之必要，故於 2013 年規劃建置四代票務系統，並期許四代票務除整合現有票務系統功能需求外，能重新規劃票務系統所需資源、功能及軟硬體規格，滿足目前既有及未來新增的各項業務需求

<sup>[21]</sup>。除了票務業務外，資訊安全軟硬體也是四代票務系統的建置重點之一，於建置過程中重新規劃及設置票務系統所需的資訊安全軟硬體，降低票務資訊系統中斷服務與遭受攻擊等異常事件之風險，確保系統運作安全無虞<sup>[4] [21]</sup>。

## 三、四代票務架構及新功能

### 3.1 四代票務目標及架構

四代票務期許整合既有資源、優化票務系統及創造附加價值三大願景進行設計。除了延續既有售票功能外，重新規劃各項資料共享與連結，整合票務相關設備及周邊系統後，票務系統由原有單純的旅客購票和站務員結帳，提升至整體旅客服務及決策支援，並以雲端運算技術與解決方案構築整體系統架構，由各子系統連結至雲端交換資料，提供操作人員（旅客、員工及外部介接業者）順暢和完整的服務，使整體系統達成易管理、彈性擴充及維護機制佳等三項目標<sup>[4] [6]</sup>。

三代票務部分售票功能(桌型座位、訂票訂便當、會員點數等)以及各類旅客訂票管道與新增服務（郵輪式或團體票訂票網站、台鐵 e 訂通 APP、臺鐵會員等）為票務系統啟用後陸續設置，並以加掛或串接的方式提供服務，當票務系統進行功能修正或更新時，易發生資訊不一致之情形。因而四代票務系統重新設計運作架構邏輯，規劃了窗口服務等 9 項內網核心功能（如圖 2），提供了一致與正確的票務資訊，例如共用服務提供各種管道訂票、取票、付款、驗票、退換票等票證管理功能；而票務管理則提供票價計算、手續費計算、座位建立及旅客列車加開加掛等管理功能。各功能資料流通提供內外部各系統進行存取，使各個子系統緊密聯繫，並能使資訊統一發布更新，提高資訊正確性與加速資訊傳遞，且保有未來擴充或新增設備時的彈性擴充<sup>[4] [6]</sup>。

四代票務於 2013 年 10 月展開規劃，分析臺鐵票務系統的過去與未來發展，並參考國內外各運輸業者票務系統，規劃了系統應有的功能及軟硬體規格，以此作為後續四代票務各項採購的重要參考文件<sup>[21]</sup>。而最主要的票務核心系統（以下簡稱主案）於 2015 年底公告招標並於隔年 5 月決標，正式開始了四代票務的設計及建置作業。

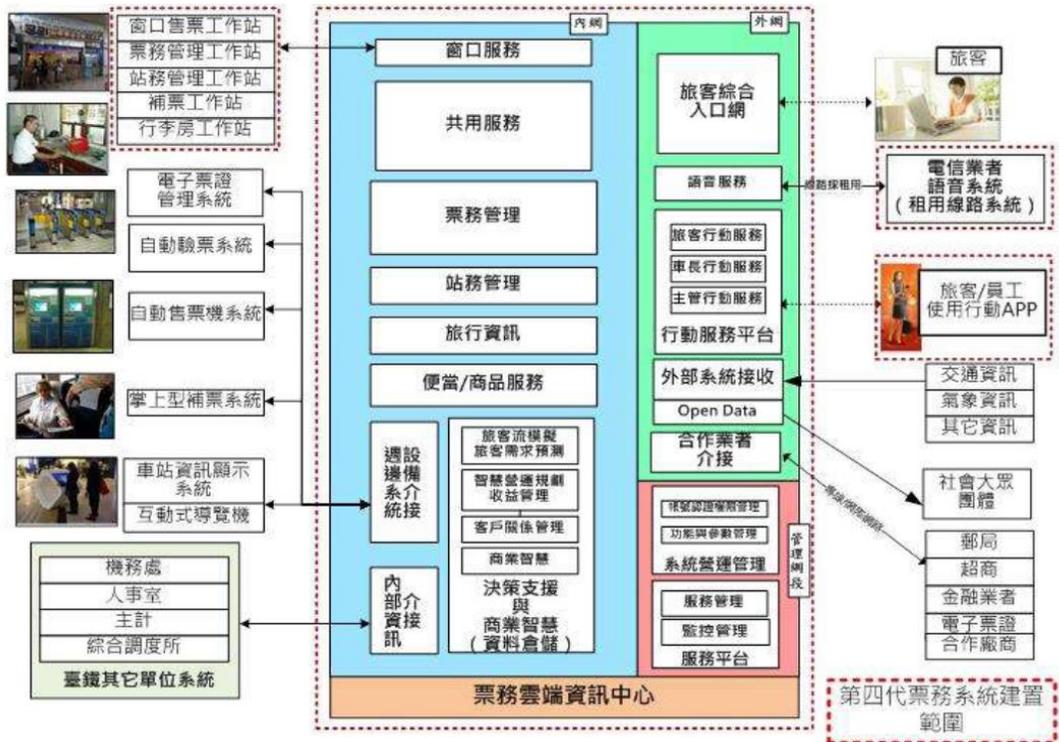


圖 2 四代票務架構圖<sup>[3]</sup>

## 3.2 四代票務新功能簡要介紹

### 3.2.1 整併各類功能網頁

過去票務系統單純設計為售票與綜整帳務之內部系統，未提供民眾連結查詢，隨著網路設備普及後，臺鐵官方網站、個人及團體訂票、時刻表查詢、網路付款、訂票訂便當及臺鐵會員等網站陸續設計，以加掛或串接等方式而未直接連結票務系統，而有資訊不一致之情形，對於員工維護更新及旅客使用均不友善<sup>[21]</sup>。四代票務整合各種旅客需求為旅客入口網，各項旅客服務項目均於旅客入口網提供查詢，資訊一致且友善操作，並提供多國語言版本友善外國旅客，於網頁訂票完成後即顯示座位且自動彙整進入會員系統，亦可於付款前編輯票種及加訂便當，使旅客訂票資訊更加完善透明<sup>[11]</sup>。

### 3.2.2 車站代碼重新設計

近年來配合臺鐵捷運化或高鐵共站等政策陸續新增車站，過去訂票及售票使用的三位數車站代碼因為新增車站無法依序編入而須重新編碼，使相鄰新舊站代碼有不連續之情形，且過去以舊臺東站（001）起逆時針編列之邏輯，無法區別所在路線、所在行政區或支線分歧站等特性，因此四代票務重新編列四位數車站代碼，以臺北站原代碼 100 擴增一位之 1000 為基準，往北遞減至基隆（0900），往南逆時針按路線及所在行政區域編碼，支線各站則按行政區位置與主線車站一同編列（如表 1）。

表 1 站代碼表<sup>[11]</sup>

路線別	車站起迄	新設計站代碼	原站代碼*
縱貫線北段	基隆=臺北=竹南	0900=1000=1250	092=100=118
縱貫線中段（海線）	談文=大甲=追分	2110=2200=2260	119=128=134
臺中線、縱貫線南段	造橋=臺中=石龜	3140=3300=3490	135=146=160
縱貫線南段、屏東線	大林=台南=六塊厝	4050=4220=4470	161=175=189
屏東線、南迴線	屏東=枋寮=康樂	5000=5120=5240	190=203=220
臺東線	臺東=玉里=吉安	6000=6110=6250	004=025=045
北迴線、宜蘭線	花蓮=宜蘭=暖暖	7000=7190=7390	051=073=091
六家線	北新竹=竹中=六家	1190=1193=1194	237=241=240
內灣線	竹中=上員=內灣	1193=1201=1208	241=242=248
集集線	二水=源泉=車埕	3430=3431=3436	155=251=256
沙崙線	中洲=長榮大學=沙崙	4270=4271=4272	177=283=284
深澳線	瑞芳=海科館=八斗子	7360=7361=7362	189=291=292
平溪線	三貂嶺=大華=菁桐	7330=7331=7336	087=231=236

\*新設車站除林榮新光站使用 038 外，其餘車站之原站代碼均新增於 220 以後。

### 3.2.3 智慧配位及分段座位票

臺鐵座位配售邏輯歷經各代票務系統改善後，三代票務座位配售規則已具彈性且可根據旅運資料進行調整，但近年來因應高鐵通車，臺鐵西部幹線轉變為中短程為主長程為輔，當中短程座位不敷發售時，由未發售之長程座位進行切售，但切售後座位如未售出時無法自動接回，導致接近乘車日時座位因切售

而趨於零散<sup>[18]</sup>。四代票務除採智慧配位外，切售座位可自動接回，亦可於全程無座時依旅客意願組合兩段鄰近車箱座位，提高整體座位利用率並避免旅客需自行分段訂票之困擾。

### 3.2.4 商業智慧及收益式管理

鐵路運輸提供旅客之產品為座位，因座位具有不可儲存性，旅程出發後未售出的座位即為損失，因此業者須以各種策略使座位盡可能銷售完畢以提升收益<sup>[24]</sup>。臺鐵過去進行各項營運規劃時，尚未使用各類需求預測分析，僅能概估未來旅客趨勢。四代票務引入了決策支援與商業智慧系統，除了既有配位方式外，可透過每日旅運資料建立需求預測，預測未來可能的座位需求，以智慧配位方式調整配座，使預期座位配售與實際旅客需求盡量貼近。

歷代票務系統供給面多半專注於座位配售，相關調節供幾分散需求之優惠策略僅有連假加開深夜折扣班次<sup>[25]</sup>及試辦性質之離峰大專生優惠。藉由四代票務的重新規劃，引入完整鐵路運輸收益管理作業，包含需求預測、市場區隔、定價策略以及座位管理等步驟<sup>[17]</sup>，進一步推出各類促銷組合區隔市場，分散尖離峰座位需求，提升座位利用率及整體收益。

### 3.2.5 會員系統的功能擴充

三代票務於 2011 年推出會員系統，設計有交易累積點數、點數兌換乘車票及訂票媒合等 3 項功能，但其兌換制度較缺乏彈性及未能區別會員等級等缺點，使會員系統仍有相當大的改善空間<sup>[19]</sup>。四代票務重新設計會員系統功能，納入臺鐵周邊商品並以折抵方式使點數兌換更加彈性，期許會員系統能結合收益式管理進一步了解旅客需求並適時推出相關行銷策略，掌握不同客群旅客需求。

### 3.2.6 台鐵 e 訂通 APP 重新設計

有鑑於智慧型手機的普及，臺鐵於 2014 年 6 月起推出官方 APP「台鐵 e 訂通」提供時刻查詢、訂票、付款及事故訊息等各項服務，但設計不夠友善且未研發電子車票等服務，以致使用率不及民間開發之訂票 APP<sup>[3]</sup>。有鑑於臺灣高鐵手機 APP 與 QR-code 電子車票之便利性與高接受度<sup>[26]</sup>，四代票務重新設

計官方 APP，整合訂票、付款、相關查詢功能及會員系統，亦設計了 QR-code 電子車票功能（如圖 3），搭配自動驗票閘門加裝 QR-code 掃描器，可使用電子車票快速通關，節省旅客時間，臺鐵票務正式進入無紙化階段。

### 3.2.7 列車長勤務與督導智慧化

除了官方 APP 的重新設計，因應列車上旅客服務及行車安全的即時應變，四代票務重新整合列車長勤務所需之相關功能，設計專屬列車長值勤使用之 APP，安裝於新購掌上型電腦，透過 4G 網路連線即時查詢列車座位狀況，精確掌握旅客購票情形，全車逐一查驗票的情形已不復見。除了旅客業務外亦增加將乘務電子報單、緊急事故通報及座位受損緊急控管等多項功能，主管亦可透過主管權限之 APP 進行督導，雖增加列車長對掌上型電腦的依賴，但大幅增加資訊交換效率，是近年來臺鐵內部行政作業的重大突破。

### 3.2.8 乘車票設計與變革

四代票務除了各類軟硬體功能重新設計外，乘車票的材質、功能與記載項目亦重新進行設計討論，在考量驗票閘門的重置成本下，初期規劃乘車票規格可採背磁式車票或 QR-code、Ultraligh C 等非接觸式票證及 NFC 票證，使進出站查驗票更加快速便利<sup>[6] [21]</sup>，最後考量現有背磁式車票的快速驗證及技術成熟，繼續採用現行的背磁式乘車票。有別於二、三代票務窗口售票之對號車與非對號車分別採大小票之設計，四代票務僅有大票之設計，並考量票面資訊的增加與閱讀改以直式橫印（如圖 4）。而列車長車上補票也隨新購掌上型補票機一併更新，票面排版亦改採直式橫印並增加列印 QR-code（如圖 5），使旅客持車上補票可直接於自動驗票閘門感應出站，減少車站人工驗票作業。



圖 3 台鐵 e 訂通 APP 電子車票



圖 4 一、二、三、四代乘車票

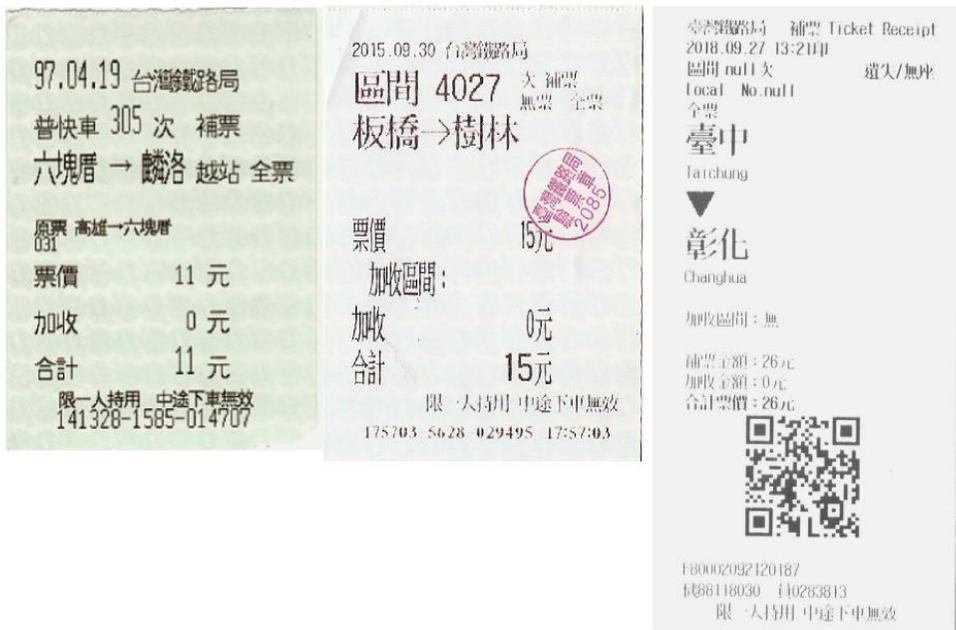


圖 5 歷代掌上型補票系統車票

### 3.2.9 提升資訊安全強度與異地備援

四代票務因採雲端交換資訊，資訊設備、網路傳輸穩定性、資訊安全與備援系統相當重要，利用雲端虛擬化技術強化資安防護，並預留未來規劃陸續開放的多元支付、電子錢包、訂售票天數的延長及外部業者介接等擴充功能所需空間。也因票務系統提供旅客訂購全線車票所需，系統無法容許發生資安危害事件、網路傳輸異常或機房停電等因素而暫停運作，故另以近 2.7 億元採購票務網路建置、資安強化案及備援中心建置等 3 案<sup>[15]</sup>，建置完善資訊系統環境，使系統面對各類異常事件時均可持續正常運作<sup>[4] [21]</sup>。

雖三代票務已使用環島光纖網路提供快速及穩定的網路傳輸品質，但因應四代票務系統所需的多元服務，另案重新建置票務網路，提供足夠容量、穩定與可靠之票務網路，確保車站端或旅客端與票務系統雲端資料庫交換資訊的過程順暢且穩定<sup>[21]</sup>。

而除了票務網路的建置外，資訊安全維護亦是四代票務系統的重點工作之一，歷代票務系統因位資安規範及觀念尚未成熟，多半著重於設備防火牆或內

外網管理等方面，為使票務系統符合政府機關資安相關規範，並避免資安危害事件造成票務系統暫停營運、毀損或資料外洩等情形發生，系統建置整合期間須完成網路環境、軟硬體、作業系統及應用程式等資訊安全部署，並執行弱點掃描與滲透測試，確認符合資安法規要求。正式營運期間則須持續監控資安事件，並確實進行安全檢測、滲透測試，以維護票務系統之運作安全<sup>【4】</sup><sup>【21】</sup>。

過去票務系統資訊設備均設置於臺北局本部，其備援機制多為本地備援(同一建築物之不同位置等)，倘若局本部發生供電異常或建築物毀損等外力介入災害時，備援系統將備受考驗。依據行政院 2003 年國家資通安全會報規定政府機關之異地備援機制，應至少距離 30 公里以上，四代票務為遵循規範且確保備援能力，首度於中部地區設置異地備援，以確保備援可確實發揮功能，不受原設備地點發生之緊急事故影響而能維持系統運作。

相對過去歷代票務系統較為著重售票及旅客操作等業務面功能設計，四代票務大幅提升對資訊設備與資訊安全等項目的比重<sup>【1】</sup><sup>【6】</sup><sup>【21】</sup>，期許透過票務網路重置、實施資安強化及異地備援建置等措施，能使票務系統穩定運作並杜絕各類資安危害事件，提供內外部使用者穩定且安全的資訊服務。

### 3.3 各項分案採購

四代票務考量預算分配及專業分工，分別辦理核心系統、窗口售票設備、掌上型補票機、票務網路、資安強化、行動通訊及備援中心等 7 項計畫之採購作業，加上規劃案、監督審驗與專案管理及對號列車自動售票機介接等 3 項計畫，整體系統共計 10 項採購案件，預算金額計 11 億餘元<sup>【11】</sup><sup>【15】</sup>（如表 2），反映了臺鐵票務系統整合再造的合理成本，而最主要的核心系統案於 2016 年 5 月決標，後續其他計畫之採購陸續於 2017 及 2018 年完成，使四代票務功能得以健全發揮。

表 2 四代票務相關採購案件資料<sup>[11] [15]</sup>

	決標日期	標案名稱	決標金額(含稅)
四代票務主要採購案	2016/05/16	票務系統整合再造計畫-票務核心系統建置	588,880,000 元
	2017/12/07	票務系統整合再造計畫-票務網路建置 1 式	127,890,000 元
	2017/12/26	票務系統整合再造計畫-票務工作站及背磁印票機 1 式	151,122,932 元
	2018/1/22	票務系統整合再造計畫－資安強化案	18,210,000 元
	2018/3/1	掌上型補票系統及站務報表印表機 1 式	53,025,000 元
	2018/4/26	票務系統整合再造計畫－對外網際網路、語音平臺及行動通訊服務	35,600,000 元
	2018/5/9	票務系統整合再造計畫-備援中心建置	122,560,000 元
	<b>四代票務主要採購案小計</b>		
四代票務其他案	2013/10/17	票務系統整合再造委外規劃案	15,000,000 元
	2015/12/12	票務系統整合再造委外服務案之監督審驗與專案管理	45,800,000 元
	2018/1/31	107－109 年自動售票機、車站補票機及儲值卡管理系統維護案(對號列車自動售票機介接第四代票務系統部分金額)	5,697,787 元
	<b>四代票務其他案小計</b>		
<b>總計</b>			<b>1,163,785,719 元</b>

## 四、專案執行與教育訓練

### 4.1 專案管理制度的引進

為使四代票務全案進度受到合理管控及監督，由第三方進行監督審驗與專案管理，在需求訪談、功能規劃設計、各項功能查驗、初驗與各步驟驗收等過程中進行驗證及監督，使主案每項功能及建置過程均受專業驗證制度審查及認證<sup>[6]</sup>，並定期追蹤全案與各子計畫最新進度提供決策參考，這也是臺鐵首度於票務系統設計過程中進行第三方獨立驗證。

## 4.2 需求訪談與功能設計

四代票務立約商與三代票務系統並不相同，程式設計及資料庫結構等細節無法直接銜接套用，必須重新理解臺鐵票務各項規定與需求，才能設計整體系統架構及功能。然而臺鐵票務業務歷經數十年累積及演進，票務規定雖可依循旅客運送契約、客運運雜費表及站帳處理手冊等文件，但近年陸續新增的各項售票業務（如國中小校外教學、鐵公路聯運票等）未編修於票務規定文件內，而須爬梳歷年的函釋公文才得以一窺全貌，也增加了整體作業時間。

除了理解現行規則外，同步對員工進行需求訪談，了解各項功能的使用情形、優缺點及改善方向。經深入了解後，發現票務系統各類功能需求較預期複雜，部份需求與原先規劃設計不同，也使得設計過程屢受挫折，包含各類車票帳務流程、車票票紙材質以及阿里山森林鐵路代售系統的增加設計等細節，經雙方多次討論後才確認細節，大幅增加系統開發時間並影響後續測試及啟用時程。

## 4.3 各項功能驗證測試

在完成需求訪談及功能設計後，進入的功能驗證測試階段，確認每項功能正確性。驗證測試過程由立約商、第三方獨立驗證單位及臺鐵相關業務人員共同確認，每場次所需時間為 30 分鐘至數小時不等。截至上線啟用前總計進行了 1063 場驗證測試，包含了 456 場系統功能測試、124 場非功能測試、389 場使用者驗收測試、81 場系統整合測試、7 場效能壓力測試記錄、6 場核心系統功能驗證查驗<sup>[12]</sup>，完成全數功能驗證與訂票壓力測試後，四代票務得以正式啟用。

## 4.4 教育訓練在地化

過去票務系統教育訓練皆於北投員工訓練中心電腦教室辦理，但集中受訓使一線人員長途奔波並影響排班，故多以培養種子教官方式，再由種子教官傳授同仁。四代票務為提升教育訓練參與程度，首創於各地區會議室或租用民間電腦教室開設多個班次授課，使各車站同仁可就近完成教育訓練。至 2020 年

為止全案累計開設了 351 場次及 1610.5 小時的各類教育訓練課程<sup>[2]</sup>。

除了教育訓練在地開班外，為補足一對多上課的不足及提升同仁學習效率，依約於 2018 年 9 月教育訓練開始至 2020 年 3 月完成驗收為止，派遣計 27 位駐點人員於各大站駐點，擇日輪流至其他小站駐點，以確保各站均於上線啟用前均完成實機操作。

## 五、上線啟用與後續整合

### 5.1 移轉上線時程

因系統需求訪談、功能設計、測試及驗證等過程超出原規劃所需時間，原訂 2018 年 5 月啟用持續延後，最後在雙方的努力之下完成上線前各項功能測試與驗證，於 2019 年 2 月起陸續上線運作，2 月 21 日旅客入口網開放使用，2 月 23 日開放團體票訂票及付款作業，4 月 7 日新版「台鐵 e 訂通」開放下載使用，4 月 9 日開放個人票訂票及付款作業，並於 4 月 23 日起全面使用四代票務系統所發售之乘車票。

過去二、三代票務系統銜接時，因兩代系統及架構設計，新舊主機及售票終端機設計可共用同一座位資料庫並各自出帳售票，因而兩代系統之售票可平行銜接及重疊售票，新系統之售票設備可依安裝進度逐站啟用，交接期長達約一年多<sup>[1]</sup>。但三、四代票務系統銜接時因系統架構設計不同，使得座位、帳務資料及軟硬體設備等無法共用，而未能如同二、三代票務銜接期間平行銜接及重疊售票，故訂定平行移轉上線時程，由兩代系統於四代票務預售期間各自售票<sup>[21]</sup>，票面日期 4 月 23 日後之乘車票由四代票務設備處理，票面日期 4 月 22 日以前車票則由三代票務設備處理。而訂票網站、對號列車自動售票機及超商取票等各系統，亦須分別連至兩個不同資料庫進行售票及取票。最後順利完成移轉上線，三代票務功成身退。

### 5.2 初步使用成效

四代票務正式上線使用後正常運作，其中智慧化配座比例達到 37%，平均每日組出 9,000 餘張分段座位票<sup>[8]</sup>，可給予四代票務相當程度的肯定。而上線

後各售票通路使用比例也隨著新版台鐵 e 訂通電子車票開放使用而有所改變，2020 年 1 月至 6 月之台鐵 e 訂通使用人數比例佔全數售票通路之 2.59%，而窗口售票、網路付款、對號自售機、郵局超商的使用比例較三代票務時期分別降低了 21%、34%、43%及 24%（如表 3）。而如從各售票通路收入增減比較，窗口售票、網路付款、對號自售機、郵局超商的收入比例較三代票務時期分別降低了 18%、28%、42%及 18%，台鐵 e 訂通雖僅有 2.59%的使用人數，但卻占全部收入之 11.28%（如表 4），可推測使用台鐵 e 訂通電子車票大多為中長途旅客，取代其他通路之部分使用比例。在未來智慧型手機更加普及後，可望持續提升及取代其他各通路，並可望紓解售票窗口售票壓力及節省票紙用量。

表 3 四代票務上線前後各售票通路使用人數比例及增減趨勢表<sup>[10]</sup>

類別	各通路使用人數比例			較三代票務增減趨勢	
	108/1/1- 108/4/22 (A)	108/4/23- 108/12/31 (B)	109/1/1- 109/6/30 (C)	108/4/23- 108/12/31 (D)= [(B)-(A)]/(A)	109/1/1- 109/6/30 (E)= [(C)-(A)]/(A)
窗口售票	19.07%	17.36%	15.09%	-8.97%	-20.87%
網路付款	1.90%	1.59%	1.26%	-16.32%	-33.68%
定期票	3.41%	4.41%	5.10%	29.33%	49.56%
非對號自售機	4.64%	4.20%	3.60%	-9.48%	-22.41%
對號自售機	0.93%	0.70%	0.53%	-24.73%	-43.01%
車上補票	0.44%	0.39%	0.32%	-11.36%	-27.27%
郵局超商	3.25%	2.74%	2.46%	-15.69%	-24.31%
電子票證	65.95%	66.39%	68.77%	0.65%	4.26%
人工票券	0.40%	0.34%	0.28%	-15.00%	-30.00%
台鐵 e 訂通	未開放*	1.88%	2.59%	--	

\*三代票務「台鐵 e 訂通」APP 之使用數據因計入網路付款，故無法並列比較。

表 4 四代票務上線前後各售票通路收入比例及增減趨勢表<sup>[10]</sup>

類別	各通路售票收入比例			較三代票務增減趨勢	
	108/1/1- 108/4/22 (A)	108/4/23- 108/12/31 (B)	109/1/1- 109/6/30 (C)	108/4/23- 108/12/31 (D)= [(B)-(A)]/(A)	109/1/1- 109/6/30 (E)= [(C)-(A)]/(A)
窗口售票	39.71%	36.29%	32.37%	-8.61%	-18.48%
網路付款	8.80%	7.52%	6.38%	-14.55%	-27.50%
定期票	1.28%	1.73%	2.10%	35.16%	64.06%
非對號自售機	1.74%	1.53%	1.32%	-12.07%	-24.14%
對號自售機	2.39%	1.81%	1.38%	-24.27%	-42.26%
車上補票	0.46%	0.36%	0.31%	-21.74%	-32.61%
郵局超商	14.92%	12.62%	12.21%	-15.42%	-18.16%
電子票證	30.53%	30.26%	32.50%	-0.88%	6.45%
人工票券	0.17%	0.18%	0.15%	5.88%	-11.77%
台鐵 e 訂通	未開放*	7.70%	11.28%		

\*三代票務「台鐵 e 訂通」APP 之收入數據因計入網路付款，故無法並列比較。

四代票務上線後為改善連續假期訂票網路壅塞之情形，操作訂票的旅客入口網於訂票尖峰時間(訂票日及前 2 日下午 8 時至次日上午 1 時)改採節能版網頁，停止查詢部分功能使訂票功能更加順暢。四代票務上線後首次連續假期訂票為 2019 年端午節，在開放訂票後 9 小時內計有 14 萬 6,487 筆及 23 萬 6,779 張車票順利完成預訂，後續各連續假期訂票均順利完成。以兩代票務系統完整一年 6 次連續假期開放訂票後 9 小時內完成之訂票筆數及張數，再換算為日均筆數及張數後進行比較，四代票務於連假平均每日成功完成 2 萬 7,391 筆及 4 萬 5,583 張車票之訂票，三代票務則完成 2 萬 4,762 筆及 4 萬 4,834 張車票之訂票，四代票務完成訂票之筆數及張數分別較三代票務成長約 10.62% 及 1.67%(詳如表 5)，初步展現四代票務系統較佳之訂票效能。

表 5 連續假期首日訂票筆數及張數比較表<sup>[11]</sup>

三代票務時期連續假期訂票資料				四代票務啟用後連續假期訂票資料			
假期	天數	筆數	張數	假期	天數	筆數	張數
2018 年端午	5	125,930	215,256	2019 年端午	5	146,487	236,779
2018 年中秋	5	166,393	275,156	2019 年中秋	5	151,238	242,337
2019 年元旦	6	215,112	372,059	2019 年國慶	6	216,740	350,350
2019 年春節	19	360,219	719,915	2020 年春節	15	352,870	659,106
2019 年 228	6	110,176	205,436	2020 年 228	4	88,079	138,855
2019 年清明	6	185,984	319,368	2020 年清明	6	167,632	241,483
合計	47	1,163,814	2,107,190	合計	41	1,123,046	1,868,910
平均每日		24,762	44,834	平均每日		27,391	45,583

但上線初期的使用者訪問中，部分旅客認為旅客入口網、會員交易記錄及 APP 等介面與無障礙版網頁仍有改善空間，可考量使用者習慣再優化使操作流程更加順暢<sup>[14]</sup>；而部分售票員雖肯定四代票務整合時刻及售票介面友善操作，但因功能增加而有售票連線處理時間較長、功能選單複雜、介面無法使用鍵盤快速操作等情形，將影響售票速度與效率。在列車長掌上型電腦部分，各項連線座位查詢及報單電子化等功能雖使工作更佳便利，但大幅增加列車長對掌上型電腦依賴程度，而部分山區及隧道區間網路收訊較差或無收訊，將使得資料無法即時更新上傳。各類問題及意見在上線後仍持續改善修正，使四代票務各項功能更加完善且便於操作。

### 5.3 尚待檢討與整合項目

雖然四代票務已整合多項功能，但在四代票務研發過程中，未能一併檢討與簡化數十年來陸續推出的複雜票務制度（例如異級票及加價票等）相對可惜，例如異級票計算方式在相關規章並未明確<sup>[5] [7] [22] [23]</sup>，也使得移轉上線時期出現三、四代票務異級票票價不同或低於起碼票價之情形<sup>[9]</sup>。而除各類紀念性質票券外，尚有常態人工發售的各類票券（如支線周遊券、薄紙式定期票及自動售票機購票磁卡等），使得四代票務未能全面改以電腦售票。

除了窗口售票、對號列車自動售票機、郵局及超商等通路及以 APP 電子車

票等通路外，系統亦預留與其他外部業者（如旅行社）介接票務代售車票之空間，因使用者操作不同售票通路時有不同偏好，可針對各種通路的使用者特性設計業務功能，使各通路充分發揮售票效能<sup>[27]</sup>，但自動售票機、定期票及自動驗票閘門等設備因非屬四代票務功能，使得帳務紀錄仍須介接，待未來各項設備陸續到位後，期許四代票務功能更能完整發揮。

## 5.4 後續收益式管理策略

臺鐵過去訂定優惠票價時多半以政策導向考量，未能實際以資料分析及預測需求規劃策略，雖優惠能吸引新進或轉移需求之旅客，但並未探討營收提升效果。參考國內外運輸業者營收管理策略<sup>[17]</sup>，四代票務亦設計有需求資料分析、預測與營收管理模式之訂定之功能，是臺鐵首度利用旅運數據以科學化計算推出的票務產品，期許透過四代票務會員系統、商業智慧及收益式管理等策略，更能掌握旅客行為與忠誠度，並訂定相關策略，提升整體座位利用率與營收。

## 5.5 票務人力資源與組織

臺鐵為公營事業機構，組織缺乏彈性，無法迅速反應經營環境的變遷而做應有的調整<sup>[13]</sup>，而營運方面受限於票價凍漲與兼顧服務社會之公平性，難以自行掌握訂價策略。人力方面，在四代票務開發過程中，需求訪談、規劃設計及驗證測試均需具票務專業的員工參與，但臺鐵票務部門因業務壓力龐大，人員徵才不易且流動率高，間接使各項票務業務規劃與推動更加吃力。一般民營企業因重視營收與售價而設有專責部門緊盯銷售策略與成效，國內臺灣高鐵、各大航空公司亦有專責票務及收益管理部門，臺鐵應可借鏡其組織、獎勵與分工機制，藉以吸引優秀同仁加入票務部門，使各項票務業務規劃與研發更專業。

# 六、結語

## 6.1 四代票務的挑戰

有別於歷代票務系統均於既有系統擴充及延伸，四代票務整合並重新規劃

各項功能，提升系統售票效能及滿足旅客需求。期許智慧配座與未來收益式管理策略等新功能，將有效提升座位利用率及營收。但在臺鐵票價費率近 26 年未能調整以及持電子票證乘車過於優惠的情形下，收益式管理策略是否能有效發揮功能仍有待觀察。

日前社會大多對四代票務寄與厚望，期待四代票務系統除可提升效能外，亦可解決一票難求，然票務系統雖可以系統雖可以智慧配位或收益式管理等策略分散座位需求及提升座位利用率，但運輸需求本就具有尖離峰與方向性，一票難求問題在路線容量、列車編組數與座位數等硬體條件未顯著提升前將持續存在。

回顧四代票務從規劃到上線使用，整體計劃耗時約 5 年多，系統各項新功能、上線使用穩定度及滿意度雖受肯定，但其系統邏輯設計因票務規定複雜而耗時甚鉅，期許票務規定能適時檢討與簡化，以便於售票與站務同仁快速理解與執行業務，亦能使購票旅客更快速理解相關票務規定。

## 6.2 未來展望及期許

四代票務啟用後雖獲得旅客與員工正面評價，部分功能仍持續改善修正，2020 年 8 月 5 日起預售票日數更從實施多年的 14 日延長至 28 日，讓收益式管理策略有更多的操作空間。期許未來透過旅運與售票數據的科學分析，能真正掌握旅客需求並推出適當營運策略。而除了票務系統本體外，周邊各類軟硬體設備（新購自動售票機、自動驗票設備及電子化定期票等）將於近年內陸續到位，預期可提升旅客購票便利性與票務自動化程度，而更進一步重新檢討車站售票業務與人員分工，達成車站營運效率的最佳化。

在資訊與數據科技日異月新的今日，通訊技術與數據分析發展快速，人工智慧分析售票資料已有初步雛形<sup>[20]</sup>，或許四代票務數年後亦會發生不敷使用而須擴充或重新設計之情形，期許臺鐵能培養專業票務組織及人力，針對票務規定多所精進，充份整合旅客與業務需求，達成增加旅客便利性、降低員工業務負擔及提升整體客運營收的三贏效果。

## 參考文獻

1. 工業技術研究院電腦與通訊工業研究所（2002），第三代票務整合系統委外規劃期末報告。
2. 中華電信股犯有限公司數據通信分公司（2020），票務系統整合再造計畫-票務核心系統建置案，教育訓練執行成果報告。
3. 古庭卉（2019），「以使用者經驗探討通勤族使用台鐵 e 訂通 App 之研究與設計」，中原大學商業設計研究所碩士論文。
4. 交通部（2017），前瞻基礎建設-軌道建設票務系統整合再造計畫核定本。
5. 交通部臺灣鐵路管理局（2005），旅客運送實施要點。
6. 交通部臺灣鐵路管理局（2015），交通部臺灣鐵路管理局票務系統整合再造計畫票務核心系統建置需求說明書。
7. 交通部臺灣鐵路管理局（2018），交通部臺灣鐵路管理局旅客運送契約。
8. 交通部臺灣鐵路管理局（2019），「票務系統整合再造之規劃與展望」，2019 年中華民國運輸學會年會暨學術論文國際研討會簡報。
9. 交通部臺灣鐵路管理局（2019），媒體報導「臺鐵第四代票務系統異級票降價」說明新聞稿（2019 年 4 月 18 日）。
10. 交通部臺灣鐵路管理局 DBI 決策支援與商業智慧系統網站，網址：  
<https://ataygbap121.trats.gov.tw/dbi>(未公開)
11. 交通部臺灣鐵路管理局網站，網址：  
<https://www.railway.gov.tw/tra-tip-web/tip>
12. 交通部臺灣鐵路管理局票務系統整合再造計畫專案管理網站，網址：  
<https://irtispm.railway.gov.tw/>(未公開)。
13. 吳建德（2001），「臺灣鐵路事業發展之現況、困境與未來」，三民主義學報，第 23 期，頁 189-205。

14. 林恆賢、葉志恆（2019），「臺鐵四代票務系統」，國立成功大學交通管理科學系運轉理論課程期末報告。
15. 政府電子採購網網站，網址：<https://web.pcc.gov.tw>
16. 胡詠芝，邱裕鈞（2017），「臺鐵東部幹線列車座位需求預測」，臺鐵資料季刊，第 363 期，頁 67-116。
17. 孫千山、吳明軒（2018），「鐵路系統收益管理實務回顧與建議臺鐵推動策略方向」，臺鐵資料季刊，第 364 期，頁 75-104。
18. 許民杰、林沛盛、姚榮祥、江遠顯、王振宇、莊景圍、謝禎祐（2010），「西部幹線對號列車座位分配之研究」，臺鐵資料季刊，第 343 期，頁 1-20。
19. 陳民祐、王建富（2013），「臺鐵會員制再深化—利用資料探勘技術」，運輸計畫季刊，第 42 卷 3 期，頁 221-246。
20. 陳嘉瑜（2019），人工智慧預測軌道系統售票之研究：以臺鐵為例，國立成功大學交通管理科學研究所碩士論文。
21. 資拓宏宇國際股份有限公司（2014），票務系統整合再造計畫委外規劃案期末規劃報告。
22. 臺灣鐵路管理局（1985），客運規章。
23. 臺灣鐵路管理局（1996），客運票價及運雜費表。
24. 鄭永祥、郭蕙瑜（2010），「探討兩種不可儲存服務商品結合之旅客選擇行為—以高鐵與飯店服務為例」，運輸計畫季刊，第 39 卷 4 期，頁 381 – 411。
25. 謝明勳（2001），臺灣鐵道車票圖誌。
26. Cheng , Y.-H.and Huang, T.-Y.（2013）, High Speed Rail Passengers' Mobile Ticketing Adoption, Transportation Research Part C, 30, pp. 143–160.
27. Cheng , Y.-H.and Huang, T.-Y.（2014）, High Speed Rail Passenger Segmentation and Ticketing Channel Preference, Transportation Research Part A, 66, pp. 127–143.

# 扣件缺失辨識系統建置研究

## A Research on the Establishment of a Defective Fasteners Detection System

莊瓊智 Chuang, Chiung-Chih<sup>1</sup>

何紹祥 Ho, Shao-Hsiang<sup>2</sup>

郭俞均 Kuo, Yu-Chun<sup>3</sup>

嚴信成 Yan, Sin-Cheng<sup>4</sup>

江鴻偉 Chiang, Hung-Wei<sup>5</sup>

聯絡地址：台中市大甲區中山路一段 812 巷 2-1 號

Address : No.2-1, Lane 812, Sec. 1, Zhongshan Rd., Dachia Dist., Taichung City

電話 (Tel) : (04)26888037

電子信箱 (E-mail) : 0460815@railway.gov.tw

### 摘要

鋼軌扣件為軌道扣件系統最重要之組件。目前由工作人員徒步進行軌道巡查與維修工作，逐步調整為工作人員搭配工程維修車進行巡查與維修工作。巡查仍依賴人力目視檢查，巡檢時人員目視結果可能受限於維修車車速及視察角度，甚至長時間目視造成眼睛疲乏等因素，而發生疏漏的問題。本研究建立鋼軌扣件影像的收集設備，包含影像記錄設備及照明設備。各國的軌道規格不同，使用的 AI 辨識系統也不同，本研究建議採用 AI 辨識系統：You Only Look Once (YOLO v3)，進行深度學習模型訓練。夜間實際測試軌道攝影中，系統之扣件準確率 82.5%，扣件缺失檢出率 74.5%，達到鐵路軌道扣件影像辨識檢測的目的。

---

<sup>1</sup> 臺鐵局 臺中工務段 幫工程司兼分駐所主任

<sup>2</sup> 臺鐵局 臺中工務段 技術領班

<sup>3</sup> 臺鐵局 臺中工務段 技術副領班

<sup>4</sup> 臺鐵局 臺中工務段 技術助理

<sup>5</sup> 臺鐵局 臺中工務段 技術助理

**關鍵詞：**扣件、軌道、AI 辨識、檢測

## **Abstract**

*The rail fastener is the most important component of a railway track fastener system. For now, maintenance work are carried by workers on foot, and gradually adjusted to use track motorcar. However, workers still rely on human visual inspection. The visual results of workers during inspections may be limited by track motorcar moving speed and view angle of human eyes. And workers may be fatigue and omissions by a long time work. This study collected rail fastener images and lighting equipment. These systems are customized for different countries due to different types of track standards. The deployment methods range from traditional computer vision to deep learning based. In this study, we proposed using You Only Look Once (Yolo v3). The trained Yolo v3 neural network classification module is encapsulated as a Web API for this task. In the experiments, a total of 70km track fastener videos were captured in a 1920\*1080 resolution at a speed no more than 35 km/hour due to low light at night. There are six types of normal fasteners and four defective types defined for inspection. We split the dataset into 80% as training and 20% for testing. The average detection rates for normal and defective fasteners were 82.5% and 74.5%, respectively, which achieved the goal of efficient inspection of railway track.*

**Keyword :** fastener, railway track, inspection

## **一、緒論**

臺灣鐵路目前總營運里程約 1070 公里，軌道長度約 2500 公里<sup>[1]</sup>。軌道路線為車輛運轉所必須之通路，包括軌道、承載軌道的路基與橋涵等構造物。一般軌道係由道碴、軌枕、鋼軌及扣件組成，供列車及車輛通行的構造物。軌道路線斷面圖如圖 1.1 所示<sup>[2]</sup>。

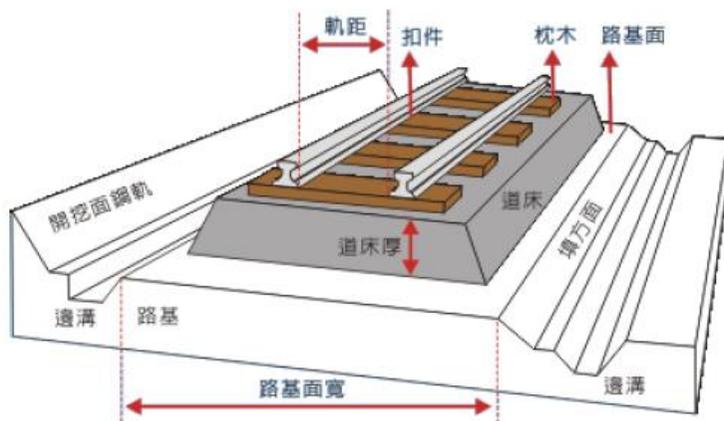


圖 1.1 軌道路線構造示意圖<sup>[2]</sup>

扣件需有足夠之扣壓力以固定鋼軌，避免鋼軌變形或是位移過大而增加車輛行駛的危險性。常用的鋼軌扣件種類繁多且外型差異大，目前世界各國所使用的鋼軌扣件整理如表 1.1 所示。

表 1.1 各國鋼軌扣件種類表<sup>[3]</sup>

固定方式	外觀	扣件名稱
螺栓式	鋼條	德國 Vossloh W 型扣件
	鋼板	法國 Stedef Nabla 扣件、RN 扣件
		日本 102 型扣件等
	鋼塊	德國 K 型扣件
非螺栓式	鋼條	英國 Pandrol e 型扣件、PR 型扣件、FastClip
		荷蘭 DE 扣件
		美國 Sidewinder 扣件
		瑞士 Fist 扣件
		瑞典 Hambo 扣件
	鋼鈹	澳洲 Mc Kay Safelok 扣件
		英 Pandrol Safelok III 型扣件
澳洲 Rex-Lok 扣件		

## 二、人工巡檢與 AI 辨識系統

### 2.1. 人工巡檢

為維護列車的運行與設備維護情況的查修，鐵路局每隔固定周期便會排定人員進行徒步查道，徒步查道時以各道班所負責之範圍為單位分區間進行，每一區間安排行車室一人監視列車動態，並回報給現場人員。現場人員以兩人為一組，其中一人扮演警戒角色，同時身上配有無線電，隨時接收列車進站或通行的訊息，現場人員則依據巡查情形填寫巡查紀錄簿。

考慮人力分配與安全，軌道巡查作業方式也逐步調整為利用工程維修車協助之方式進行，但仍完全依賴人力目視檢視。巡查時人員目視結果可能受限於巡檢車速及視察角度或是身心狀況等問題，從而影響到檢視結果。為了減輕人員的工作負擔，並確保巡查檢視的準確性，實有必要開發結合科技輔助，提供更有效的解決方案。

### 2.2. AI 辨識系統

西元 2017 年 5 月在中國浙江省烏鎮舉辦的圍棋峰會上，AlphaGo 以 3:0 的成績打敗世界排名第一的柯潔，令世人相當震撼，也宣告人工智慧（Artificial Intelligence, AI）世代正式降臨。近 60 年來電腦處理器的運算效能提升了一兆倍以上，加上雲端儲存成本降低後，電腦也有能力去快速消化資料。最後深度學習技術的突破，讓電腦可以用類似人類思考的類神經網絡進行學習，這也讓電腦的視覺、聽覺進步神速<sup>[4]</sup>。

本研究於此背景下，由臺中工務段向交通部運輸研究所(以下簡稱運研所)提出合作方案，獲得運研所鼎力支持同意推動辦理，運研所於 108 年度結合大同大學組成研究團隊，與本段共同執行本項研究計畫案。在此研究案中，本段致力於收集鋼軌扣件資料圖片、平車相關硬體組裝與調校及轄區軌道影像拍攝等工作，而運研所研究團隊則負責技術研發支援工作，包括建立訓練資料庫供 AI 進行訓練，調校 AI 辨識鋼軌扣件的成果，並精進系統穩定性及提升缺失扣件檢出率等，在三方合作下，達到既符合理論又具實務應用價值之目的。

## 三、鋼軌扣件辨識系統建置

### 3.1. 軌道巡檢設備之規劃與建置

目前的工程維修車巡檢作業主要是夜間作業，因此本研究擬採用具夜視功能(或具足夠照明輔助設備)的高速影像攝影機拍攝。將影像手動統整紀錄之資料，透過檔案傳輸到後端的影像辨識深度學習伺服器進行後續的處理分析。故規劃以下之設備：

#### 3.1.1. 高速影像攝影機(GoPro HERO7 Black)

GoPro7 具有 1080P/60fps 夜間錄影功能，支援持續錄影時間為五個小時以上，內建 Wi-Fi 連線功能與 GPS 定位功能且具 Python-API 遠端控制接口，手持防震技術，全機防水達水下十公尺等級(如圖 3.1)。



圖3.1. GoPro 7 Black

#### 3.1.2. 後端影像辨識深度學習伺服器

伺服器之硬體設備須具備足夠的效能提供在最短時間內辨識完影片，並將資料統整分類後進行資料分析。伺服器之軟體須具備資料查詢、影像擷取、即時分析模式及資料紀錄模式之功能。

#### 3.1.3. 軌道攝影專用之車輛載具

由臺中工務段大甲分駐所莊瓊智主任設計，大甲檢查班同仁協助製作組裝，具避震能力之軌道攝影專用平車。平車上安裝座椅(非車輛行進中使用)、發電機、架設燈具與攝影機等設備，組裝完成如圖 3.2 所示。軌道攝影時，平車以工程維修車連結行駛，行駛時速可達 35 公里。



圖3.2. 組裝完成之平車

#### 3.1.4. 照明設備與供電

錄製的影片希望能獲得類似白天陽光下清晰的影像，因此照明設備的選用上需考慮到光線亮度、固定與更換便利性、燈具用電量等，經評估後決定選用 200W LED 照明燈（如圖 3.3 所示），規格如表 3.1 所示。



圖3.3. 200W LED 照明燈具

表3.1.200W LED 照明燈具規格

項目	規格
名稱	HG-LT200
光源	LED 燈 COB 50W*4
尺寸	412*370*320 mm
材質	高純度壓鑄鋁成型，透明強化玻璃燈罩
電壓	110V-220V
色溫	5700K / 3000K
亮度	20000Lm
防水等級	IP66

軌道攝影相關設備供電的部份係使用發電機供電，並搭配不斷電系統，透過不斷電系統的穩壓功能，可提供穩定且不間斷的電力供照明燈具、GoPro7 攝影機等設備使用。

### 3.2. AI 軟體 You Only Look Once (YOLO)簡介

YOLO 是一種物件偵測的神經網路演算法，YOLO 的優點在於快速辨識與高準確度，目前除物體辨識外也應用於許多不同領域中(如人臉辨識等)。YOLO 係利用矩形圈出辨識目標(如圖 3.4 所示)後進行學習分析，故應用於鋼軌扣件的辨識上，可有良好的辨識結果(如圖 3.5 所示)。

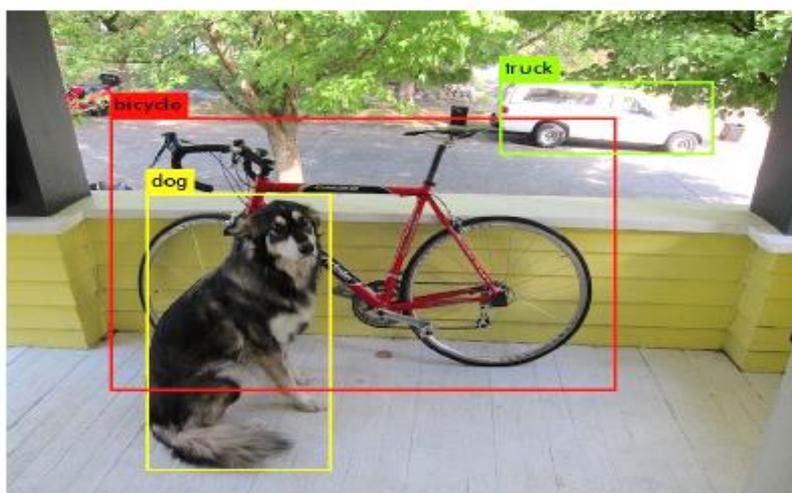


圖3.4. 物體辨識後標示目標

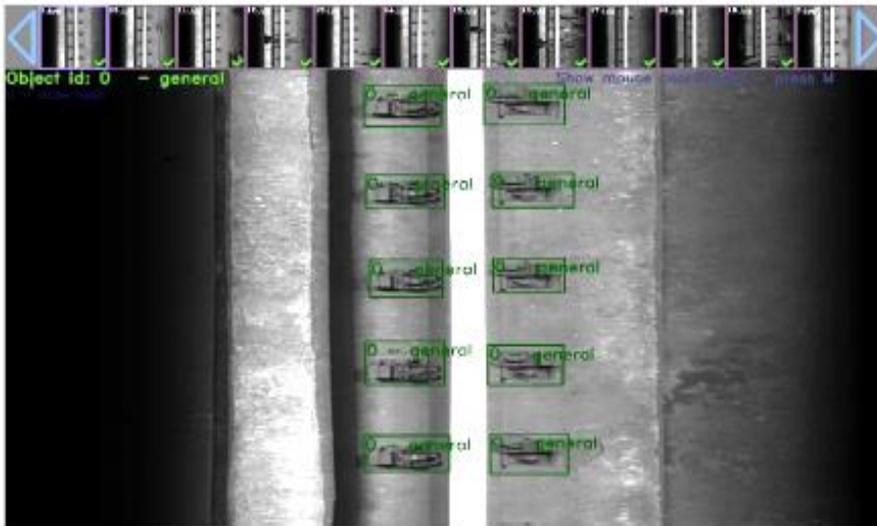


圖3.5. 鋼軌扣件辨識結果

YOLO 的優點是操作簡單、屬性名稱只需要輸入一次、辨識速度極快，缺點是位置精確性較差；對於小型目標物體以及密集物體的辨識率較低。實際拍攝影片分析測試發現鋼軌扣件近距離或是放大拍攝後，鋼軌扣件仍可準確的進行辨識(如圖 3.5 所示)。

### 3.3. 扣件缺失定位

現今最常使用的定位方式為 GPS 衛星定位，定位精度一般為 15-20 公尺。目前臺鐵局的軌道軌距為 1.067 公尺，以 GPS 的定位精度來說確實會有相當大的誤差。為解決如何準確定位缺失扣件，本研究提出 GPS 定位結合「虛擬偵測圓」計算，搭配 Google Map 輔助，可以提供養護人員一個有效定位缺失扣件的方式。

#### 3.3.1. GoPro7 GPS 資料解析

使用 GoPro7 拍攝的相片或影片，其儲存格式內含 GPS 定位資訊，資訊嵌入在 mp 檔案中，稱為 GPX (如圖 3.6(a)所示)，解析後的資料可直接在任何 GIS 軟體 (如 Google Maps) 中顯示 (如圖 3.6 (b)所示)。



圖3.6. (a) GPX 檔案內容，(b) GPX 內容顯示於 Google Map

本研究從影片中解析 GPS 位置，含影片紀錄時間(CST)等資訊彙整，若巡檢時是以等速錄影，較不會有太大誤差，若速度變化快慢不一，誤差就會被放大，所以內插出來的 GPS 位置，誤差就稍大。然而正線巡檢時工程維修車可以定速行駛，便可以正確內插出所需之 GPS 位置。

### 3.3.2. 虛擬偵測圓

目前臺鐵局內部設置有百公尺里程碑號，如圖 3.7(a)所示，針對每一個里程碑號設定半徑二十公尺(將來可視需求調整半徑值)的「虛擬偵測圓」(Virtual Detection Circle, 簡稱 VDC)。當工程維修車行經這些「虛擬偵測圓」時，如圖 3.6(b)所示，即可判斷工程維修車所在的位置，即是缺失扣件所在。



圖3.7. (a)臺鐵局百公尺標，(b)虛擬偵測圓

維修人員首先利用缺失扣件的 GPS 位置( $x_f, y_f$ )找到最近的 100 米樁( $x_h, y_h$ )，確認看到如圖 3.7(a)的百公尺樁時，也就是當維修車輛通過這些 VDC 時，可以確定維修車輛的 GPS 位置，然後維修人員可以移動( $x_f-x_h, y_f-y_h$ )距離接近缺失扣件。如果  $x_f-x_h$  數值是負號，則代表是往西，否則往東；如果  $y_f-y_h$  是負號，則代表是往南，否則往北。



圖3.8. 拍攝鋼軌扣件定位測試，  
(a)Google Map 顯示，(b)測距儀(紅色圓圈)實地勘察

使用實測的 GoPro 影像解析出的 GPS 資料，誤差大約在 5 公尺左右，已可接近實用程度，定位結果如圖 3.8 所示。將本系統所偵測缺失扣件隨機抽取兩筆，依照 GPS 定位與顯示於 Google Map 上如圖 3.8(a)，依照前述步驟，先找出最近百公尺樁，再往目標物移動，因為在錄影時已知目標物是在上行還是下行側，所以檢查時可以只找一條軌道，以測距儀如圖 3.8(b)量測所走距離，結果可以很快找出目標物，定位精度符合需求。

## 四、軌道檢測初步成果

### 4.1. GoPro 安裝建置與日間實測

將平車透過吊車（貨車型吊車、工程維修車）掛赴大甲站的側線進行安裝建置與日間實測。平車上焊接了一個 L 型角鋼做為 GoPro 固定使用，GoPro 固定方式經幾次測試後，採用直接使用 GoPro 寬管型固定座（圓管夾座+接管+更多組件）（如圖 4.1 所示），將其牢固於 L 型角鋼上。固定成果如圖 4.2、圖 4.3

所示，並確保 GoPro 可清晰拍攝軌道之影像。



圖 4.1 GoPro 寬管型固定座

表 4.1 GoPro 寬管型固定座規格

項目	規格
材質	橡膠墊件
夾具尺寸	35~63mm
活動夾具	360 度旋轉及 16 個固定位置
GoPro 轉接座	垂直安裝扣，長型手轉螺絲
重量	218g



圖 4.2 GoPro 固定情形



圖 4.3 GoPro 固定後垂直拍攝軌道影像

完成平車建置及 GoPro 固定後，即由工程維修車連掛平車在側線往返進行實測，最高行駛速度可達時速 35 公里。行駛過程發現 GoPro 雖然已固定在 L 型角鋼片，但因角鋼質地較軟，造成鏡頭晃動嚴重。後期改用較為堅固之鐵管搭配**固定座**來達到降低鏡頭震動與固定鏡頭之目的(如圖 4.4 所示)。



圖 4.4 GoPro 固定於固定座

日間拍攝後檢視影像，影片播放軟體擷取的畫面如圖 4.5 所示。初步確認，GoPro 在日間拍攝之影像相當清晰，可達到 1920\*1440 以上的解析度，會造成資料處理時間長且熱當機情況嚴重，因此調降至 1920\*1080，此解析度下之鋼軌扣件可保有足夠解析度，且尼龍絕緣座也可保持清晰;但道釘扣件，若解析度低於 1920\*1080 則不易拍攝清楚。



圖 4.5 實測鋼軌扣件影像

完成初步測試後，開始進行長時間之實測作業，以確定設備運作之穩定性。經多次實測後發現，GoPro 使用內建的電池提供拍攝所需之電源，並使用 4K 解析度進行影像錄製，約連續使用 1 小時左右 GoPro 便會因為設備過熱而啟動保護作業，自動將設備進行關機造成錄影中斷。GoPro 代理商回應是因為採用 4K 解析度進行錄影，所需的電量較大，電池長時間連續供電後，便會發生過熱的問題。錄影後的檔案要存入 SD 卡中時，也容易因為高速讀取而造成設備溫度過高之情形，此情形普遍存在其他使用 4K 進行影像錄製的設備中。代理商建議可嘗試不要使用內建的電池供電，改由 USB 充電，且調降影像解析度 (1080P 60FPS)，不要使用 4K 之解析度。後續使用此建議方式再進行實測。

## 4.2. 夜間錄影實測

光線充足與否的影響，則需透過夜間實測才能進行測試。錄影實測由大甲分駐所協助進行夜間測試，先使用鋼軌塊模擬軌道著手調整照明燈具角度（如圖 4.6 所示），盡量降低產生陰影，以確保可獲得更好的影像錄製品質。



圖 4.6 調整夜間實測照明設備角度

此次實測後發現，在夜間拍攝時，影像不夠清晰而且會有殘影（如圖 4.7 所示），初步評估有可能是因為光線不足，GoPro 自動拉長曝光時間，以致於影像中發生殘影所致。可調整 GoPro 之設定參數，或是增加照明的亮度（另外使用單邊 200W\*2 的 LED 提供照明且調降照明燈具位置，如圖 4.8 所示），以取得夜間拍攝較佳之影像品質。



圖 4.7 夜間實測影像，(a) 模糊，(b) 殘影嚴重



圖 4.8 加強夜間照明實測

9月21日夜間~9月22日凌晨以200W照明燈具架設方式進行正線夜拍，單邊用兩盞200W的LED照明燈具，共 $2*200=400W$ 燈具，而且燈具降低高度至平車下，貼近軌面。結果如圖4.9所示，影像上方雖仍有暗處，但大致上照的鋼軌扣件可辨識，未來或可持續增強光源為每邊4盞200W LED白晝光燈，寫工程維修車行駛速度也可以再提升。



圖 4.9 加強夜間照明後錄影取像結果可供軟體分析

### 4.3. YOLO 系統資料庫收集與模型建立

YOLO 系統要發揮即時偵測與辨識的功能，需要靠原始資料的提供，以及對欲辨識物件的分類與標籤。因此使用欲辨識扣件影像，由研究人員先行分類

與訓練，再檢視扣件分類狀況，並持續更新與收集不足資料，以做為 YOLO 模型建立使用。收集之道岔與一般路線的扣件照片與資料如圖 4.10 以及圖 4.11 所示，此為正樣本。

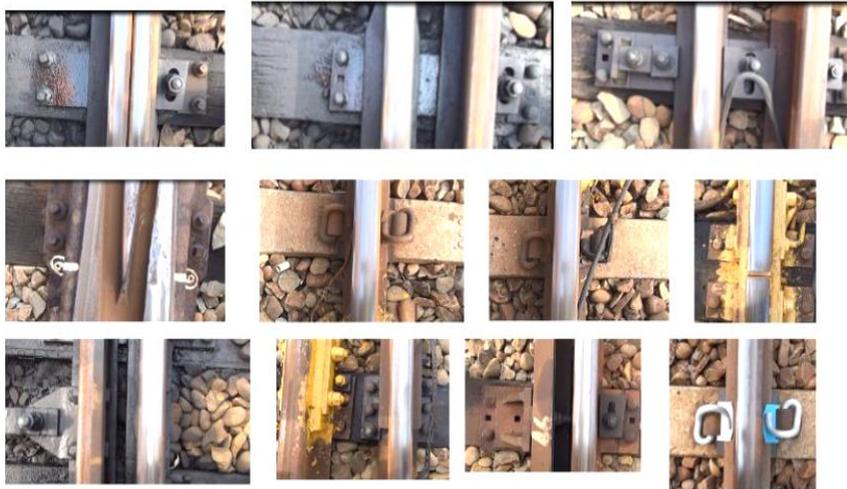


圖 4.10 道岔扣件示意

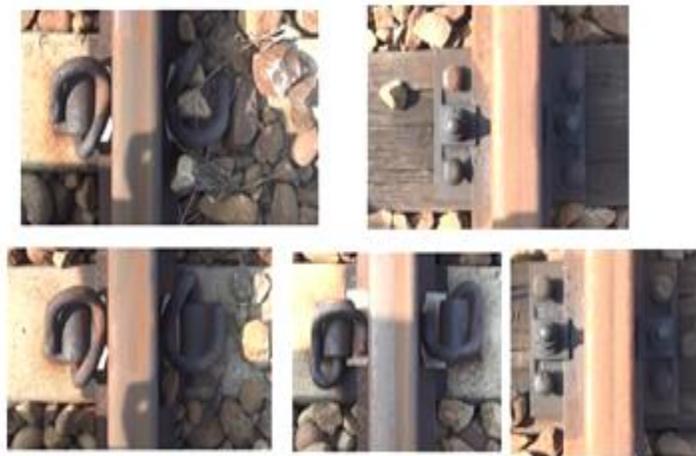


圖 4.11 一般路線扣件示意

YOLO 訓練資料有正樣本還不夠，還必須提供負樣本供 YOLO 模型可以區分好的扣件與缺損的扣件。各類缺損扣件，整理如圖 4.12 所示。

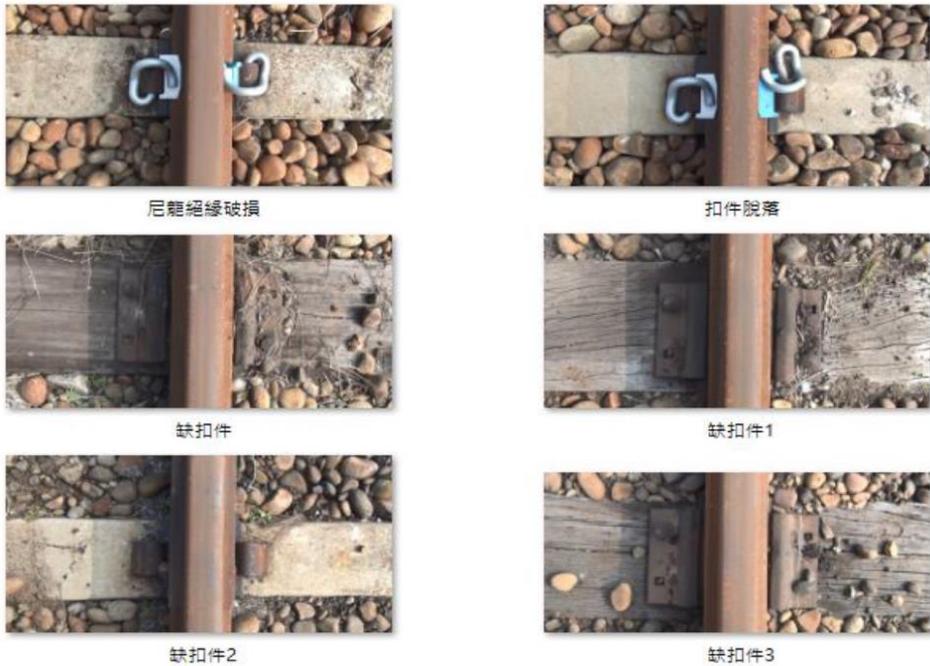


圖 4.12 鋼軌扣件負樣本

YOLO 訓練資料庫需要將扣件標示出來，也就是要將圖片裡面要偵測的物件，以人工方式框標出來，並且標上標籤，也就是這張圖片的註釋。所建立的資料集，80%用於訓練，20%用於測試。收集之正負樣本定義如圖 4.13 的扣件分類，並製作訓練資料，總計訓練樣本為 288 張圖片，測試樣本為另外 30 張圖片，測試樣本為原始資料集中隨機選出。

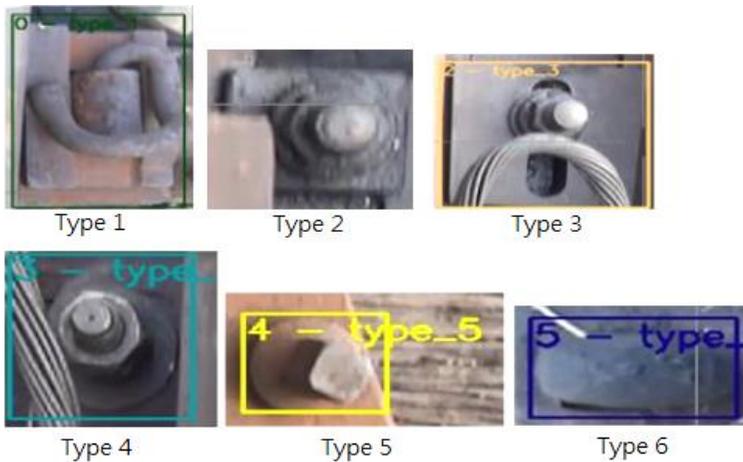


圖 4.13 鋼軌扣件分類

表 4.2 初步訓練成效

類型	偵測率
偵測到的物件個數	325
Type1	92.98%
Type2	95.00%
Type3	95.00%
Type4	74.66%
Type5	79.70%
Type6	85.13%
物件範圍偵測準確率	64.25%
判別準確率 (precision)	0.86
捕獲準確率 (recall)	0.88
F1-score	0.87
平均準確率 (mAP)	75.54%

初步分類結果，在各項扣件的類型偵測上取得了約 87% 的準確率，損失函數在 3.75 平均準確率約為 75%（如圖 4.14 所示），經過 5,000 回合之初步訓練成效整理如表 4.2。顯示照片便是結果如圖 4.15 所示。

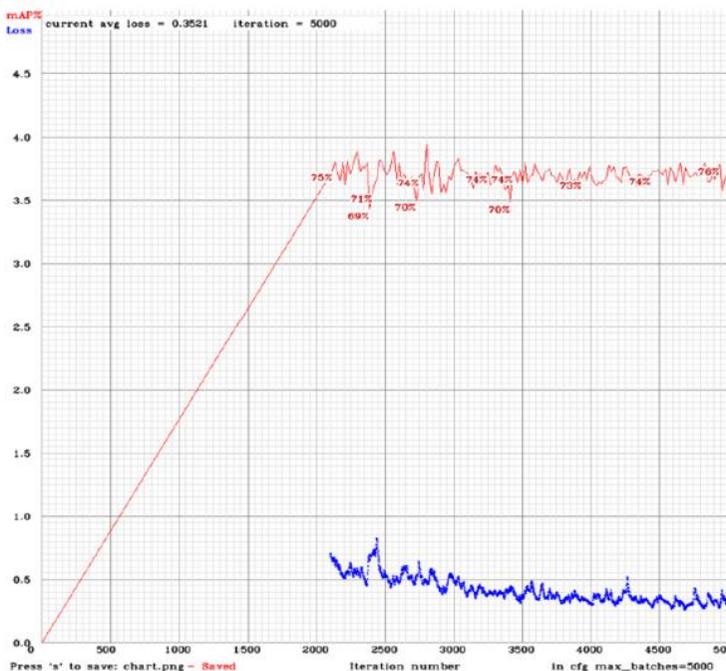


圖 4.14 YOLO 訓練結果數據

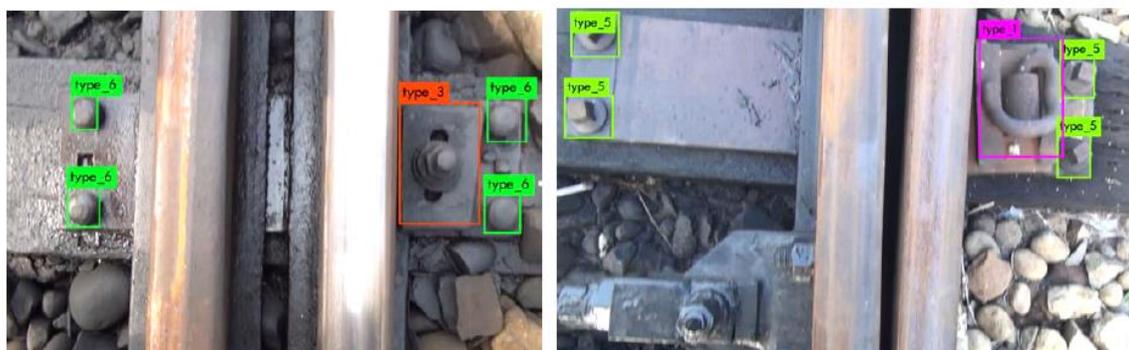


圖 4.15 YOLO 辨識結果

經過初步驗證後，應用 YOLO 進行鋼軌扣件辨識是可行的，研究人員進行扣件分類修正，資料整理如表 4.3 所示。重新修訂後，分類為 7 類，其中無圖片，均屬尚未收集到負樣本。

表 4.3 修正後鋼軌扣件分類

編號	扣件分類	圖片	測試800張照片，內含3294個物件 準確率(解析度=1920*1080)
1	<u>e_clip</u> 位於木枕(正常)		84.82%
2	<u>e_clip</u> 位於木枕(損壞)		無資料
3	<u>e_clip</u> 位於混凝土(正常)		88.27%
4	<u>e_clip</u> 位於混凝土(損壞)		89.91%
5	<u>e_clip</u> 遭到遮蔽		70.68%
6	道釘 (正常)		79.52%
7	道釘 (損壞)		無資料

#### 4.4. 軌道檢測成果

進行正線夜拍「大甲~大山」，工程維修車行駛時速 35km。表 4.4 是正線夜拍所得影片和可用照片張數。所有資料，總共使用 25 人次處理，耗時大約一個月，照片若是過於模糊或是鏡頭有異物，將不予標註。

表 4.4 正線夜拍影片標註處理

拍攝日期	影片個數	無法使用個數	可用照片
6月17日	37	2 過於模糊+1 鏡頭異物	13,945
7月日 27	38	0	23,420
9月21日	44	3, 解析度錯誤無法使用	20,698
合計	119	6	58,063

6月、7月、與9月全部拍攝記錄，共計影片 119 支，但並非每一張照片都是清晰可用的，經統計共擷取 58,063 張相片可作為訓練資料集，80%作為訓練集，20%做為測試集。訓練曲線圖如圖 4.16，Epoch 次數為 27,000，Loss function 已經收斂。本系統經多次測試，後端伺服器訓練，平均花費時間約 20 小時，測試時每秒可辨識 50 張以上照片。

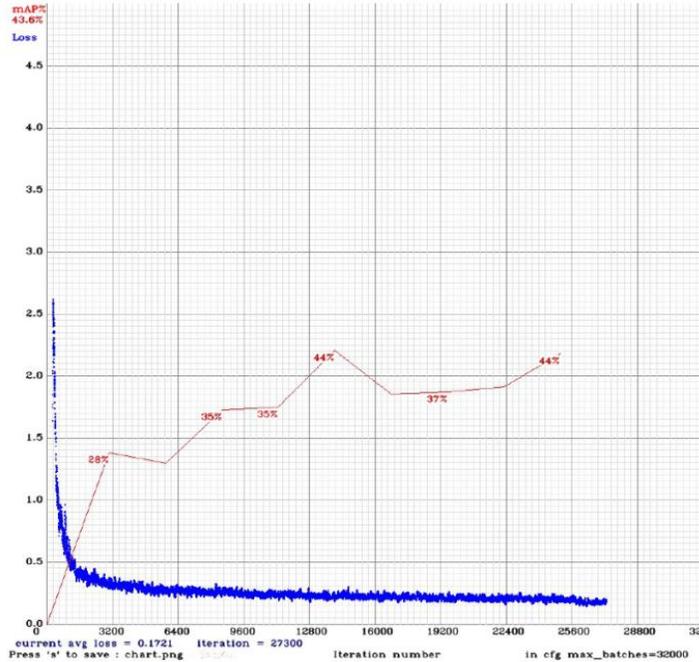


圖 4.16 AI 模型 Loss Function 收斂曲線圖

辨識結果如表 4.5，其中扣件檢出率 82.5% 及扣件缺失檢出率 74.5%，可以符合本研究預定目標，扣件檢出率及扣件缺失檢出率計算公式如(1)與(2)。辨識結果圖如圖 4.17 所示。

$$\begin{aligned} \text{扣件檢出率} &= \text{所有正常扣件檢出率之平均} \\ &= (84\% + 78\% + 78\% + 90\%) / 4 = 82.5\% > 80\% (\text{運研所預定目標}) \end{aligned} \quad (1)$$

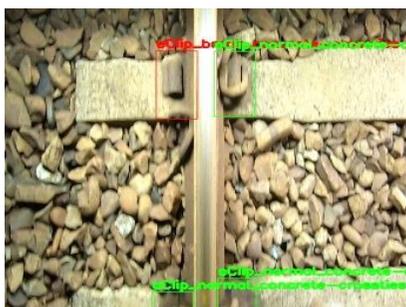
$$\begin{aligned} \text{扣件缺失檢出率} &= \text{所有扣件缺失檢出率之平均} \\ &= (88\% + 61\%) / 2 = 74.5\% > 70\% (\text{運研所預定目標}) \end{aligned} \quad (2)$$

相比於人工檢測，AOI 機器視覺檢測可靠性和效率都更高。80% 是比較保守的估算，目前本系統經多次測試後，正常和缺失扣件平均檢出率都有達標，未來可以改進提高平均檢出率。



(a)

(b)



(c)

圖 4.17 (a) normal 為正常扣件，(b)左軌扣件遺失，(c)右軌扣件遺失

表 4.5 正線 70km AI 模型辨識結果  
(以資料集中間 20% 為測試集，其餘為訓練集)

類別名	Precision	TP	FP	TP+FN	Recall
e-Clip 木枕木_正常	0.91	590	61	701	0.84
e-Clip 木枕木_損壞	0.86	30	5	34	0.88
e-Clip 混凝土枕木_正常	0.89	6131	762	7824	0.78
e-Clip 混凝土枕木_損壞	0.80	194	47	316	0.61
e-Clip 遭到遮蔽	0.83	39	8	85	0.46
滑床板_正常	0.91	82	8	105	0.78
護軌墊板_正常	0.87	45	7	50	0.90
Precision = TP/(TP+FP) Recall = TP/(TP+FN) 正常檢出率 = 0.825 損壞檢出率 = 0.745 Thresh = 0.5					

表 4.5 中 TP、FP、FN，根據定義，TP: true positive，辨識為正樣本，真實亦為正樣本；FP: false positive，辨識為正樣本，真實為負樣本；FN: false negative，辨識為負樣本，真實為正樣本。基於 TP、FP、FN，有一些評估辨識效能的指標如 Precision(正確率)，Recall rate(損壞檢出率)、mean average precision(mAP)、F1 score，定義如下：

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP+FP} \times 100\% \quad (3)$$

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP+FN} \times 100\% \quad (4)$$

$$\text{mAP} = \int_0^1 P(R) dR \quad (5)$$

$$\text{F1} = 2 \times \frac{\text{Precision} * \text{Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}} \quad (6)$$

Under kill rate (誤殺率) =

$$\text{FN} / (\text{TP} + \text{FN}) = 1 - \frac{\text{TP}}{\text{TP} + \text{FN}} = 1 - \text{Recall rate (召回率)} \quad (7)$$

本研究對每個類別都計算 Recall rate，參見表 4.5~4.7。表 4.5 顯示損壞的 Recall rate = 0.745，Under kill rate = 1 - 0.745 = 0.255，本系統扣件損壞檢出率符合驗收目標 0.7 以上。目前辨識系統的 Under kill rate 仍需改善，經檢視系統訓練資料後，發現是原始資料過於模糊，因此需重新拍攝清晰影像再加強訓練系統。

本研究採用交叉驗證(Cross validation)，目的是為了得到可靠穩定的模型。本研究中使用 5 折交叉驗證，將數據集分成五份，進行 3 次測試，分別是前 20%，中間 20%，以及最後 20%，表 4.5 是中間 20% 為測試集，表 4.6 與表 4.7 分別為前 20% 和最後 20%。本研究採用最佳之訓練結果如表 4.5。

表 4-6 正線 70km AI 模型辨識結果  
(以資料集前面 20% 為測試集，其餘為訓練集)

類別名	AP	TP	FP	Recall
eclip 木枕木_正常	91.13%	534	56	0.76
eclip 木枕木_損壞	91.35%	30	2	0.81
eclip 混凝土枕木_正常	91.56%	6340	1188	0.81
eclip 混凝土枕木_損壞	73.74%	129	10	0.41
Eclip 遭到遮蔽	51.54%	20	4	0.24
護軌墊板_正常	91.63%	83	10	0.79
precision = 0.85, recall = 0.78, F1-score = 0.81				
TP = 7169, FP = 1273, FN = 2016, average IoU = 70.63 %				
mAP@thresh0.5 = 81.825%				

表 4-7 正線 70km AI 模型辨識結果  
(以資料集最後 20% 為測試集，其餘為訓練集)

類別名	AP	TP	FP	Recall
eclip 木枕木_正常	96.56%	601	26	0.86
eclip 木枕木_損壞	93.99%	30	2	0.88
eclip 混凝土枕木_正常	94.32%	6250	588	0.8
eclip 混凝土枕木_損壞	65.02%	145	9	0.46
Eclip 遭到遮蔽	72.29%	42	4	0.49
護軌墊板_正常	93.62%	45	5	0.9
precision = 0.92, recall = 0.78, F1-score = 0.85				
TP = 7200, FP = 643, FN = 1985, average IoU = 78.16 %				
mAP@thresh0.5 = 85.97%				

## 五、結論與建議

軌道運輸為臺灣地區最主要的交通路網運輸工具之一，傳統鐵路鋼軌扣件巡檢方式係採用人工目視方式進行巡檢，而人工目視巡檢受限於巡檢車速度及視察角度等問題，至今仍需動用大量人力進行。因此，提出利用人工智慧(AI)方式來協助完成巡檢任務，可有效提升巡檢效率，降低巡檢人員視察侷限等問題。本研究規劃利用照相機或攝影機搭配 AI 深度學習方法，作為鐵路鋼軌扣件自動判釋分析之用途，用來替代目前人工巡檢工作。

### 5.1. 結論

本研究可應用於臺鐵局鋼軌扣件檢測之高速影像記錄設備選用，並依據作業環境（如工程維修車）挑選適合高速影像記錄設備之安裝配件。目前已提出可應用於鋼軌扣件檢測及定位解決方案，並經實際正線驗證後證明其可行性。

#### 5.1.1. 完成應用於軌道影像攝影設備之評估與測試

因 GoPro Hero7 Black 主要為拍攝極限運動及 4K 高畫質，具有手持防震技術、防水防塵且輕巧方便，周邊的配件完整，經評估本研究決定使用 GoPro Hero7 Black 做為軌道影像攝影使用，但是目前尚有過熱當機問題需要後續改進。

#### 5.1.2. 照明設備與供電

照明設備的選用上，考慮到光線亮度、方便固定、用電量，經測試評估後採用單邊各用兩盞 200W 燈具，且光源擺設低，位置位於中間，可以避免陰影的產生。電源的部份，使用發電機配合不斷電系統提供燈具、GoPro 等設備使用。

#### 5.1.3. 缺失扣件定位

本研究團隊使用 GoPro 內建記錄的 GPS 訊號，經過拆解後即可在電子地圖上顯示缺失扣件的位置。經測試讀取到的 GPS 訊號與實際位置誤差約在 5 公尺，再結合軌道百公尺里程樁號的「虛擬偵測圓」，在實際定位缺失扣件時，確實可以快速找到目標物。

#### 5.1.4. 影像管理與辨識網站建置

相關的影像管理與辨識網站已經上線測試中，使用者可以方便的用行動裝置或個人電腦，以瀏覽器的方式，將前端錄得的影像或影片，上傳至後端網站，除了儲存查詢之外，還包括執行 YOLO v3 扣件辨識，再將結果回傳至前端瀏覽器。

#### 5.1.5. 夜間實測

目前測試結果，扣件檢出率 82.5%及扣件缺失辨識率 74.5%，可以符合本研究預定目標。(如表 4-5)

### 5.2. 建議

目前建立具可擴充性的鋼軌扣件缺失物件辨識資料庫，並經實際驗證其可行性。接下來將辨識功能移轉至前端 Edge Computing，結合前端影像擷取、前處理與辨識後儲存，再將結果上傳後端伺服器儲存管理，以建立一套可現場進行鋼軌扣件巡檢的解決方案。若此研究實際驗證可行且準確率達到目標後，可大量減輕道班工作人員之工作負擔，會帶來龐大的經濟效益。後續工作內容包括：

#### 5.2.1. 訓練資料建立

目前錄影資料，尚有多個軌道路段為模糊，仍須補拍缺漏的部分，也仍需大量人力針對影像內容進行標記處理，持續收集負樣本提供訓練使用。本年度系統運作方式仍採用非線上方式，線上(Edge 端)的 AI 系統將列為明年主要的工作項目。

#### 5.2.2. 檢測項目的種類更新

目前軌道路段，尚有部分為版式軌道，也就是非道碴軌道，為新建軌道採用之趨勢，雖然建設費用較道碴軌道昂貴，但長期之維修養護費用大大減少，因此也需要收集此類扣件的正負樣本。

AI 軌面缺失可辨識種類及可行性，未來軌面缺失辨識種類建議以斷軌及疲勞裂縫為主，辨識方式：仍採用 YOLO v3。

### 5.2.3. Edge Computing 前端辨識處理

缺失扣件希望能偵測出來，馬上修復，因此需要前端有辨識功能，如此便須架上工規電腦或是具加速卡之嵌入式系統做即時辨識。如此便須解決系統在平車上可能面臨防水、防震、防曬等問題。

### 5.2.4. 提升系統穩定度

未來軌道影像拍攝，將把 GoPro 當機原因找出來，若不能解決，將尋求別的攝影器材，以提升系統穩定度。而且系統運作也會開發即時模式，會先測試 GoPro 即時取像，以及測試其他紅外線攝影機，最後再由取像品質來決定。

## 參考文獻

1. 維基百科，臺灣鐵道史，取自 <https://zh.wikipedia.org/wiki/臺灣鐵道史>
2. 「臺灣鐵路路線建造史」，交通部臺灣鐵路管理局，取自 <https://www.railway.gov.tw/tw/CP.aspx?sn=3700&n=6841>，
3. 黃彥賓等，「鋼軌扣件之種類與功能要求」，技術論壇。  
([http://www.cfwb2b.com/0\\_magazine/ebook/pdf\\_download/FW\\_142\\_C\\_101.pdf](http://www.cfwb2b.com/0_magazine/ebook/pdf_download/FW_142_C_101.pdf))
4. 「人工智慧 ( AI ) 大衝擊」，2017，商業周刊，取自 <https://www.businessweekly.com.tw/article.aspx?id=33196&type=Indep>
5. 劉鈺韋，「高速影像擷取與枕木定位應用於軌道監視系統」，國立臺灣科技大學電機工程系碩士論文，2010，台北市。
6. Mehmet Karakose, Orhan Yaman, Mehmet Baygin, Kagan Murat and Erhan Akin, 2017, A New Computer Vision Based Method for Rail Track Detection and Fault Diagnosis in Railways, International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research, Vol. 6, No. 1, Jan.
7. Xavier Gibert ; Vishal M. Patel ; Rama Chellapp, “Deep Multitask Learning for Railway Track Inspection,” IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, Volume 18 Issue 1, Jan, 2017.

# 吹碴作業應用於改善石碴支承不良之可行性研究- 以宜蘭線 K71 為例

## A Feasibility Study of Improving Ballast Bearing by Stone Blowing - A case of Yilan Line on the Measurements

林淑霞 Lin, Shu-Hsia<sup>1</sup>

劉雅嫻 Liu, Ya-Man<sup>2</sup>

吳正義 Wu, Chen-Yi<sup>3</sup>

謝毅達 Hsieh, Yi-Dar<sup>4</sup>

聯絡地址:260003 宜蘭縣宜蘭市宜興路 1 段 236 號

Address: No.236, Sec.1, Yixing Rd., Yilan City, Yilan County 260003, Taiwan  
(R.O.C.)

電話(Tel) : (03)9331203

電子信箱(E-mail) : 0071052@railway.gov.tw

### 摘要

鋼軌接頭的焊道因磨耗致使鋼軌頭部產生縱向高差，該處所車輪衝擊鋼軌，衍生多種型式之破壞：如斷軌、扣夾彈性疲乏、石碴細粒化、噴泥、浮動軌枕及噪音等問題，為使之回復養護標準值，必需投入大量成本維護。本段轄區多為小半徑曲線、且天候不佳、又山區地段重機具到達不易，故尋求比較經濟及簡便的吹碴工法，使石碴回復支承力；整修軌道線形至平時養護標準值限度內，實刻不容緩。

**關鍵詞：**吹碴、細粒化、浮動軌枕

---

<sup>1</sup> 臺鐵局 宜蘭工務段 技術助理

<sup>2</sup> 臺鐵局 宜蘭工務段 技術助理

<sup>3</sup> 臺鐵局 宜蘭工務段 分駐所主任

<sup>4</sup> 臺鐵局 宜蘭工務段 副段長

## Abstract

*The dip of welded rail caused by wheeled wear is around 1 to 2 mm, which can be checked by means of a 1 meter straight edge, that produce an impact as the wheels go through the dipped joint. Various types of track damages, such as broken rails, clips fatigue, flatten rubber pad, ballast degradation, wet spots and dancing sleepers and noise generation. It will require a huge amount of maintaining cost to recover from these damages. As the route of this study case exists plenty of sharp bends and wet climate, besides, its hilly terrain prevent the mobility of heavy track maintenance machinery. Therefore, it's sensible to seek a handheld stone blower, for the sake of convenience and economy, to regain appropriate ballast bearing. It's essential to hold track irregularity within tolerance and should not be compromised.*

**Keywords:** *stoneblower, ballast degradation, dancing sleeper (loose tie)*

## 一、 前言

鋼軌接頭的焊道因鋼軌來回行駛造成的磨耗致使鋼軌頭部產生縱向高差，以 1m 直尺量測約有 1~2mm 之高低不整，因此行經該處所車輪有衝擊鋼軌現象，衍生多種型式之軌道破壞：如斷軌、扣夾彈性疲乏、橡膠墊版壓嵌、石碴細粒化、噴泥及浮動軌枕等並惡化噪音等問題，為使之回復養護標準值，必需投入大量成本維護。本段轄區多為小半徑曲線、且天候不佳、又山區地段重機具到達不易，故尋求以較經濟及簡便之吹碴工法，使石碴回復支承力；整修軌道線形至平時養護標準值限度內，實刻不容緩。

## 二、 現況

### 2.1 焊道軌面高低不整成因略述

鋼軌經焊接後，隨著接頭的消除鋼軌線形連續並提高行車平穩與旅客乘車舒適，惟經長期列車車輪碾壓及通過噸數增加，焊道及其焊接熱影響區產生磨耗(如圖 1)，以鋁熱劑焊接接頭之硬度分布(如圖 2)可知：焊道中央硬度為 HB277，焊道取三點平均為 HB293，焊道與熱影響區邊緣硬度為 HB302，熱影響區為 HB248~255，而鋼軌硬度平均值為 HB275。再觀察本段宜蘭線發現，長焊鋼軌焊道區域以 1m 直尺量測會有凸起 1~2mm 之高低不整現象(如照片 1~照片 2，而當此現象逐步發展時，伴隨而來的就是輪軌衝擊、軌道不整及多種型式的軌道破壞發生。

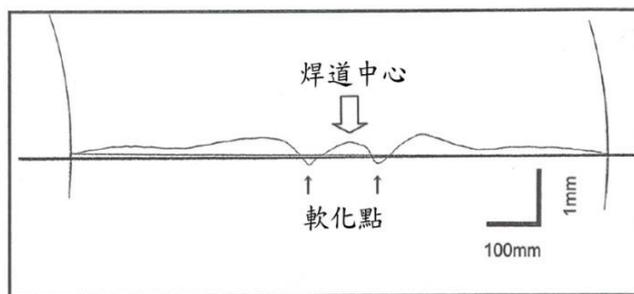


圖 1 鋼軌頭部凹凸形狀示例(累計通過噸數：2,190,000 噸)

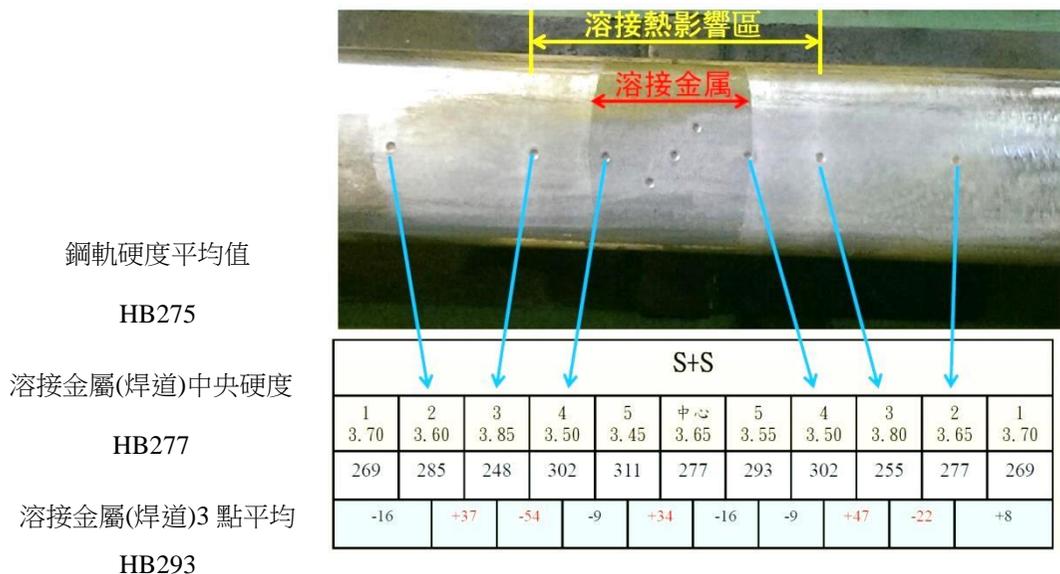


圖 2 鋼軌焊道及熱影響區硬度分布

資料引用：鐵道綜合技術研究所 深田康人：2017 年 11 月 24 日レール溶接について。



照片 1 以 1m 直尺測量焊道位置軌頭高低差



照片 2 焊道位置高低差約有 0.7mm 以上

## 2.2 現地軌框下沉情形

### 2.2.1 測量儀器介紹

為求得焊道處所之高低不整值，本段以鋼軌下沉測定器裝置於宜蘭線西正線 K71+300、K71+400 等處量測，藉以記錄軌框下沉量。

鋼軌下沉測定器以 10 個為 1 組(如照片 3)，安裝於軌底(如照片 4)，當列車轉向架車軸向軌框傳遞荷重時(傳遞路徑為鋼軌→橡膠墊→PC 枕→石碴及路基等)，由於軌框的石碴支承不良(即有浮動軌枕現象)，軌框產生變位，下沉器利用抵緊石碴之連桿所產生的機械作用撥動量測指針，即可測得軌框下沉值。



照片 3 軌道下沉器集裝箱



照片 4 下沉器安裝於軌底



照片 5 研究人員安裝軌道下沉器



照片 6 安裝完成情形

## 2.2.2 測量結果

經本段人員量測成果如表 1，由表中可得知，推拉式自強號車重 60 噸，平均軸重為 15 噸，由軌道沈陷量可知其對軌框變形量最大，最大沈陷量為 9.8mm，其次為貨列及區間車 8.0mm，以折線圖表示如圖 3。

表 1 沈陷值量測表

單位：mm

測點 車種	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
區間車	0.1	2.2	1.0	5.8	<u>4.0</u>	8.0	4.0	1.8	0.1	0.0
自強 PP	0.2	2.4	4.2	6.1	5.2	9.8	<u>5.8</u>	1.9	0.0	0.0
太魯閣	0.2	2.0	0.5	8.1	6.0	6.4	2.0	1.9	0.1	0.0
普悠瑪	0.1	1.9	4.3	4.9	3.1	7.7	1.6	1.8	0.3	0.1
貨物列車	0.1	2.6	4.1	7.0	6.8	8.0	2.4	1.8	0.6	0.0

備註：1.欄內採底線標註者，因儀器脫落，採近似值。

2.相同型式列車採平均值。

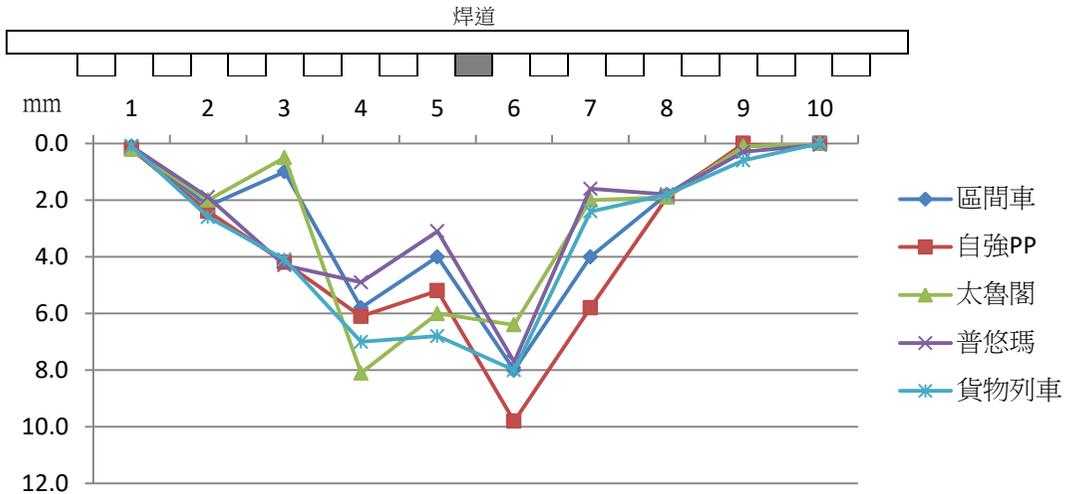


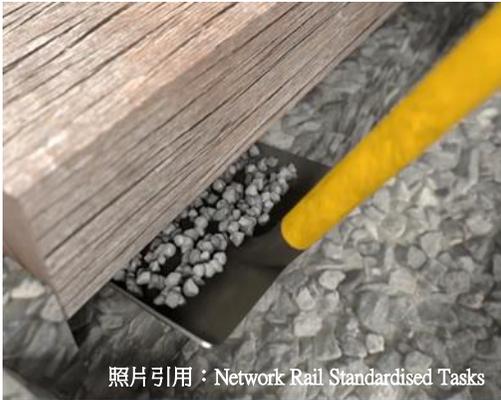
圖 3 鋼軌下沉線形圖

### 三、 構想

#### 3.1 以吹碴作業改善石碴支承

隨著慣性軌道測量系統的出現，人們體會到：在砸道完成後;列車通過的情況下，軌道高低的幾何形狀迅速惡化。最終軌道高低幾何線形實際上與砸道之前的線形相同（此稱為石碴記憶現象）。砸道不能輕易改變這種固有的石碴特性，因為在起道量較少的軌枕下方，無法引入石碴作為支撐。吹碴可以將石碴（填充料）引入軌枕下方來避免此問題-吹碴車實際上是原始手動鏟裝 (shoveling packing)(如照片 7)的自動化版本，其使用的結果將使-軌道高低的耐用性遠大於砸道作業。(節錄 BRITISH RAILWAY TRACK)

吹碴機是由英國鐵路研究公司（British Rail Research）在達比（Derby）建造實驗性 PBI 機器，其進行數年的研究及評估後，由 Plasser 在 1984 至 1985 年間製造原型機 (PBI84)，以便正確評估吹碴的優劣。目前鐵路網公司(Network Rail)在英國的 14 條運行路線上配置有 3 輛吹碴車，委由保富集團(Balfour Beatty)來運作及維護，2017 年初，保富集團向 Harsco Rail 購置 7 輛吹碴車，將於 2020 年以後陸續交車，其車輛外觀及作業情形如照片 9~照片 10。綜上，本段在成本考量及效率優先下，以採用小型機具吹碴方式來應用於養路作業如照片 8，藉以研究其可行性及經濟性。



照片引用：Network Rail Standardised Tasks

照片 7 人工持鏟作業情形



照片引用：Network Rail Standardised Tasks

照片 8 人工吹碴作業



照片引用：<https://en.wikipedia.org/>

照片 9 隸屬英國之吹碴車



照片引用：Harsco Rail

照片 10 吹碴鎬作業情形

### 3.2.1 現有人力機具資源調查

經查本段現有吹葉機 1 台，恰與人工吹碴作業之機具相符，惟其吹管尋覓不得，經洽本段養路室機匠班朱政達監工協助以 PVC 管改製(如照片 11)，經多次試驗及改良，終將本段首部原型吹碴機組合完成(如照片 12)。

雖將機具準備完成，但所需的填充料-粒徑卻一無所悉，研究小組及機匠班同仁向分駐所主任請益，再查詢相關文獻及網頁資料(如照片 13~照片 14)，查得粒徑應為 13~14mm，但為求慎重，研究小組決定採用 12mm。再由機匠班朱監工以現有篩網至石碴場篩出所需之填充料(如照片 15~照片 16)。



照片 11 利用 2 1/2 英吋 PVC 自製吹管



照片 12 本段首部吹碓機

單粒度碎石	3 号	40-30
	4 号	30-20
	5 号	20-13
	6 号	13- 5
	7 号	5-2.5

照片 13 參考日本單粒度碎石 6 號為 5-13mm



照片 14 參考 Network Rail 採用 14mm 粒徑



照片 15 現有 12mm 篩孔篩網



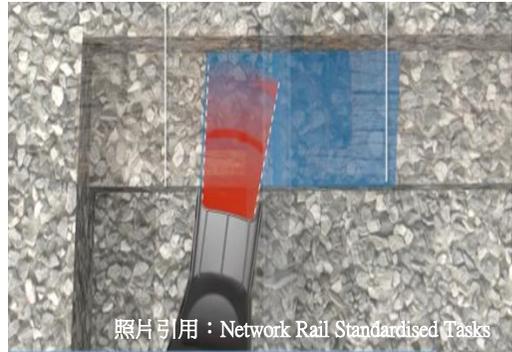
照片 16 石碓場免費提供篩出 12mm 填充料

起道量的決定及吹碓範圍亦是一大課題，由於起道量限制吹入填充料的數量多寡，起道量太大亦會削弱道碓橫向及縱向阻力，「1067 公厘軌距軌道橋隧檢查養護規範」規定：道碓應隨時補充，不得使枕木露出至下列程度以上。1. 正線… (2) 直線及半徑 600 公尺以上之曲線 30 公厘。研究小組為求慎重，起道量訂於 15~20mm(示意如照片 17)，吹碓範圍亦以鋼軌為中心向兩側約 400mm(示意如照片 18)。



照片引用：Network Rail Standardised Tasks

照片 17 起道量約為 15~20mm



照片引用：Network Rail Standardised Tasks

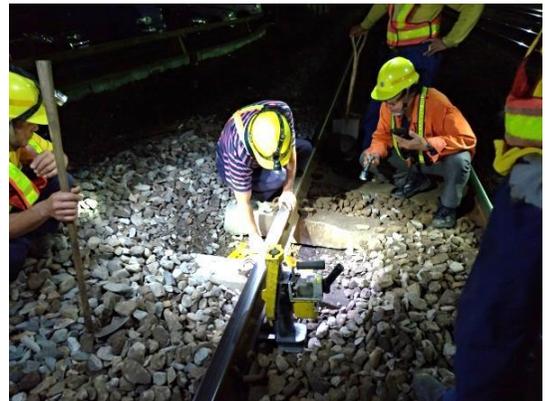
照片 18 吹碴範圍約為鋼軌兩側 400mm

### 3.2.2 測試經過

本段於 108 年 11 月 14 日動員宜蘭道班及機匠班同仁共計 6 人，於宜蘭線西正線 K71+400 處辦理石碴支承不良改善，當日依規辦理封鎖及勤前教育危害告知，並由班長說明工作內容及分派工作，即將焊道兩枕間石碴扒出(如照片 19)，將起道機置入鋼軌底部，設定起道量約為 10~15mm(如照片 20)，因該處石碴已有支承不良產生空洞情形，故起道量減 5mm，啟動吹碴機將吹管伸入軌枕下方，將填充料石碴吹入(如照片 21~照片 23)，細心的將填充料石碴完整充填至軌枕下方，再將起道機卸除，回填石碴(如照片 24)。最後，道班同仁依據現場線形略作整正及補碴，當夜即完成吹碴作業。



照片 19 石碴扒出



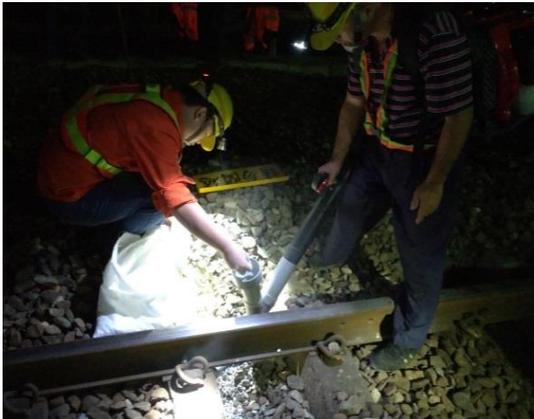
照片 20 起道



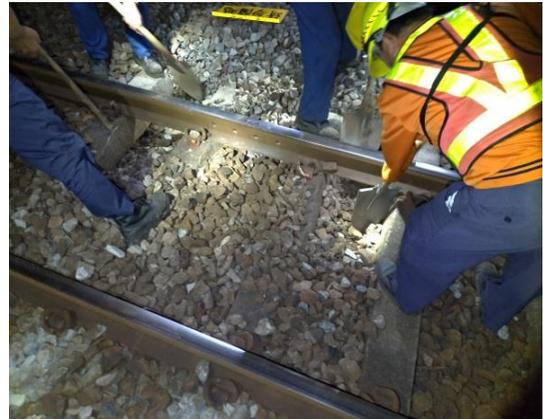
照片 21 伸入軌枕下方之吹管吹入填充料 1



照片 22 伸入軌枕下方之吹管吹入填充料 2



照片 23 伸入軌枕下方之吹管吹入填充料 3



照片 24 完工回填石碴

### 3.2 作業結果

經本段於 109 年 9 月 7 日量測辦理吹碴作業地點鋼軌之下沈量(如表 2)，該處所於吹碴作業後，累計通過噸數約為：8,705,906 噸，測點 6 推拉式自強號車之最大沈陷量 0.8mm，貨物列車及區間車之最大沈陷量 0.0~1.0mm，吹碴作業 10 個月後之沈陷量測值以折線圖表示如圖 4，作業前後比較如圖 5。

表 2 吹碴作業完成後約 10 個月沈陷值量測表

單位：mm

測點 車種	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
區間車	0.0	0.2	0.3	1.4	1.2	1.0	0.8	0.5	0.1	0.9
自強 PP	0.0	0.4	0.4	2.0	0.6	0.8	0.4	0.6	0.0	0.8
太魯閣	0.0	0.4	0.1	1.0	1.8	0.3	0.6	0.8	0.1	0.4
普悠瑪	0.0	0.3	0.4	1.2	0.8	0.7	0.3	0.3	0.1	0.4
貨物列車	0.0	0.2	0.0	1.4	0.8	0.0	0.3	0.2	0.0	0.1

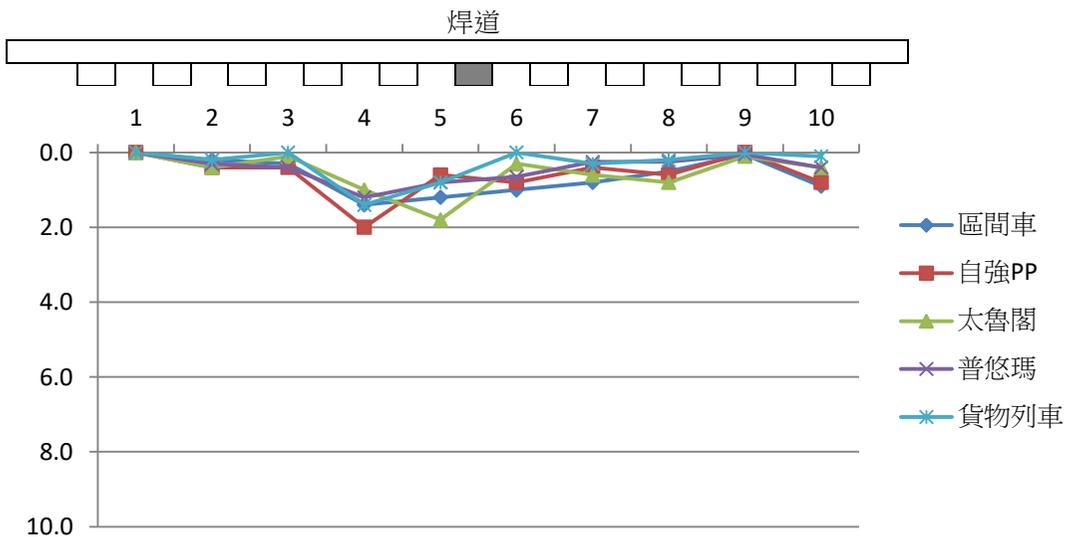


圖 4 吹碴作業後鋼軌下沉值分布圖

(累計通過噸數：8,705,906 噸，統計期間 108 年 11 月~109 年 9 月)

資料來源：2019 年及 2020 年工務處車輛通過噸數統計表

由圖 5 可得知：測點 6 推拉式自強號車之最大沈陷量由未整修前 9.8mm 降至 0.8mm，貨物列車及區間車之最大沈陷量由未整修前 8.0mm 降至 0.0~1.0mm，普悠瑪新自強號之最大沈陷量由未整修前 7.7mm 降至 0.7mm，改善成效良好。

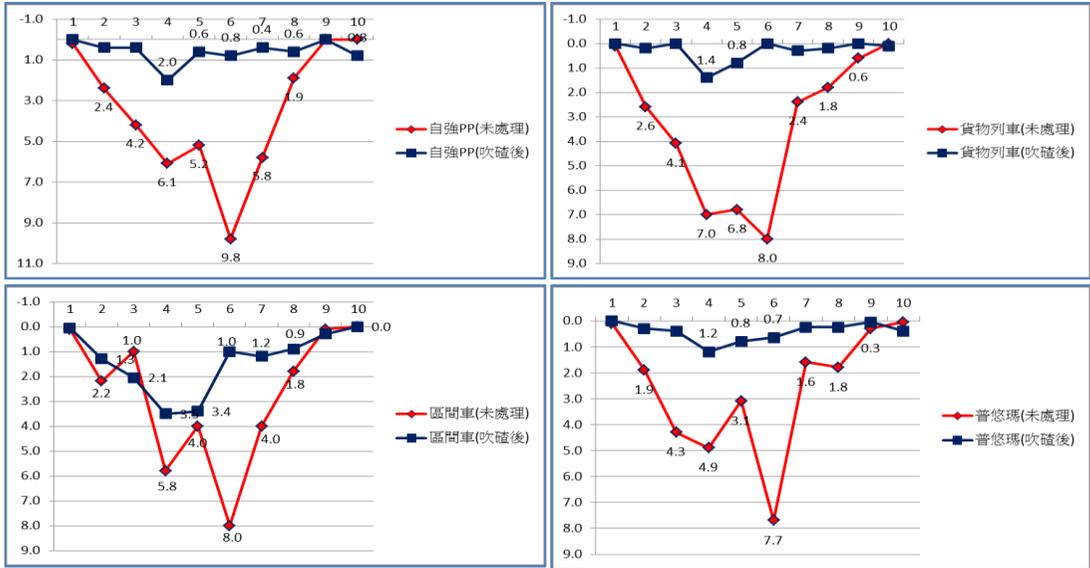


圖 5 吹碓前後軌道高低比較

(累計通過噸數：8,705,906 噸，統計期間 108 年 11 月~109 年 9 月)

資料來源：2019 年及 2020 年工務處車輛通過噸數統計表

### 3.3 以研磨消除鋼軌凹凸高低不整

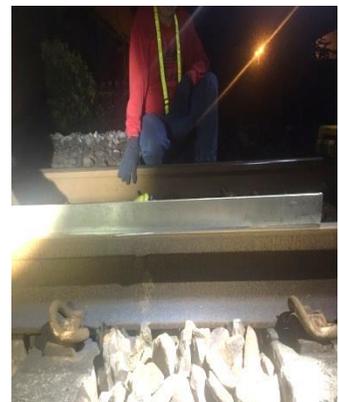
以吹碓作業改善石碓支承力，必須同時將造成軌道線形破壞的危害因子消除，本案於石碓支承力改善同時，商請本段焊軌隊辦理焊道研磨，將鋼軌高低不整消除(研磨後高低不整以 1m 直尺量測降至 0.2mm 以下)，俾使本處所不再發生輪軌衝擊，即可延長養護週期，降低機具人員投入之時間及擾動軌框之頻率，如照片 25~照片 26。



照片 25 焊軌隊研磨鋼軌情形



照片 26 焊軌隊研磨鋼軌情形



照片 27 焊道研磨後高低量測情形

## 四、經濟效益分析

依據本段 106 年及 108 年編製噴泥改善預算抽換道碴每公尺(軌道長)石碴量約需  $1.65\text{m}^3$ (如圖 6), 每  $\text{m}^3$  單價(不含砸道)約為 **3,703 元**, 吹碴作業每公尺(軌道長)石碴量約需  $0.001\text{m}^3$ (如圖 7), 挖除舊道碴每 m 約 542 元, 石碴回填(填充料回填)費用計算: 石碴料費 9.6 元、技工及整理工 512 元及工具損耗(含油料)15 元(吹葉機 15,000 元;以使用 5 年計算, 每年工作 180 天)  $\approx$  **1,078 元**。就本案與換碴工程比較, 每公尺當可減省人機料費約 **2,624 元**, 本案換碴及吹碴費用比較如表 3。

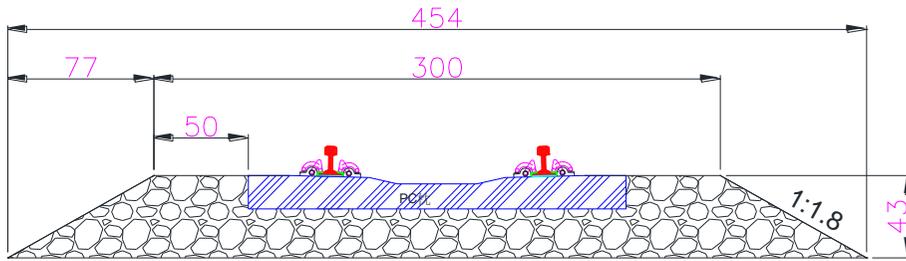


圖 6 抽換道床斷面示意圖 單位：公分

每公尺使用石碴量計算：

1. 挖道床舊碴： $[(3.0\text{m}+4.54\text{m})\times 0.43/2-(41\text{支}/25\text{m}\times\text{長}2\text{m}\times\text{寬}0.2\text{m}\times\text{高}0.18\text{m})]=1.5\text{m}^3$
2. 回填新石碴： $1.5\text{m}^3\times 1.1\text{損耗}=1.65\text{m}^3$

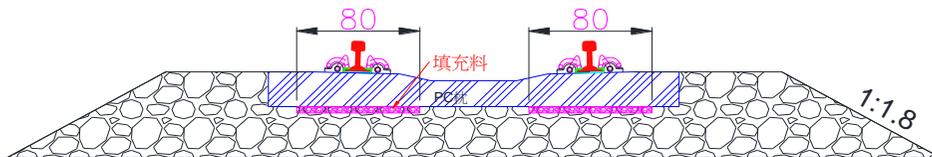


圖 7 吹碴斷面示意圖 單位：公分

每公尺使用填充料計算：

1. 佈散填充料： $0.8\text{m}\text{長}\times 0.2\text{m}\text{寬}\times 0.002\text{m}\text{厚}\times 1.64\text{根}/\text{m}\approx 0.0003\text{m}^3$
2.  $0.0003\text{m}^3\times 1.1\text{損耗}\approx 0.001\text{m}^3$

表 3 換碇及吹碇機具材料費用比較表(NT\$)

項目	工程項目	單位	單價	需用工料分析	單位	數量	單價	小計	項目	工程項目	單位	單價	需用工料分析	單位	數量	單價	小計		
抽換石碇道床工法	挖除舊道碇	m	1189.3						吹碇機工法	挖除舊道碇	m	542.00							
				挖土機工資	台	0.058	8000	464.0						技工	工	0.2	1500	300	
				舊石碇卸車工資	工	0.066	2100	138.6						整理工	工	0.2	1060	212	
				租本局敞車	車	0.330	850	280.5						工具損耗	式	0.01	3000	30	
				整理大工	工	0.099	1500	148.5											
				技工	工	0.099	1060	104.9											
				工具損耗	式	1.650	32	52.8											
		卸新石碇及回填	m	2513.7								石碇回填	m	536.60					
					挖土機配合裝、卸作業	台	0.017	8000		136.0					石碇料費	m3	0.012	800	9.6
					新石碇料費及運費	m3	1.650	1250		2062.5					技工	工	0.2	1500	300
					新石碇回填及整理大工	工	0.066	1500		99.0					整理工	工	0.2	1060	212
					租本局敞車	車	0.099	850		84.2					工具損耗(油耗)	式	0.006	15000	90
					工具損耗	式	1.650	80		132.0									
		計		3703.0								計		1078.60					

## 五、 結論

本段轄區多為小半徑曲線、氣候多雨潮溼及山岳地形，為解決小區域之軌道不整，如浮動軌枕、噴泥及高低不良等抽換道碴工作，多數委由外包廠商以挖土機辦理，因機具僅能於夜間封鎖時間內進入軌道，可供作業時間短暫，該工程採實做數量計價，如無法於封鎖時間內抽換到一定長度，則廠商較無意願投標。此次本段評估在軌道小區域發生浮動軌枕初期及未達噴泥階段前，就以小型吹碴機辦理石碴支承力改善之可行性研究，依上述表格及圖示評估，其成果及經濟效益初步判定為可行，並可減省換碴工程需再辦二次路線保養作業之需求。

由於本研究案採傳統機械式下沉器量測，因列車通過時所產生之高頻振動，致下沉器多有脫落情形，且研究人員於夜間軌道保修作業後，可資辦理數據蒐集之時間亦挪移不出，故數據樣本數較為不足。爾後本案如能採用數位式監測儀器，則能蒐集大數據以做為分析，將再辦理後續量測，以為推展吹碴工法之依據。

## 參考文獻

1. 1067 公厘軌距軌道橋隧檢查養護規範
2. 鐵道綜合技術研究所 深田康人:2017 年 11 月 24 日レール溶接について。
3. BRITISH RAILWAY TRACK EDITED BY GEOFFREY H. COPE
4. Network Rail Standardised Tasks
5. <https://en.wikipedia.org/>
6. <https://www.harscorail.com/>

# 揭開臺鐵隱性旅客需求之面紗

## Analysis of Demand of TRA Potential Passenger

吳慧婷 Wu, Hui-Ting<sup>1</sup>

何字卿 He, Zi-Qing<sup>2</sup>

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(R.O.C)

電話(Tel)：02-23815226#2357

電子信箱(E-mail)：0028050@railway.gov.tw

### 摘要

旅客預訂票紀錄為建構旅運需求分析之重要資料，完整訂購票作業資料包括：查詢、訂票、付款、取票、退/換票、驗/補票等，過往票務系統僅記錄成功完成訂票作業的票務資料流，未囊括不成功之紀錄，即旅客無法成功訂票之訂票未果資料。有鑑於此，臺鐵新(第四代)票務系統首度納入訂票未果資料，以完備旅客預訂票資訊。每逢連續假期，臺鐵在有限的運量供給下，確實無法滿足所有旅客最佳的旅運需求，故瞭解旅客第一時間訂不到火車票之訂票未果資料，已是臺鐵於經營管理策略上重要議題。

本研究運用訂票未果及臺鐵營運相關資料(如：臺鐵列車時刻表)，以深入探勘臺鐵隱性旅客需求情形，主要需求分析面向包含隱性旅客基本特性、預約訂票情形、首選乘車概況、搶票熱區及熱門車次，以及第一時間所流失之隱性旅客客票收入。另運用統計檢定方法，探討臺鐵 e 訂通 APP 提供線上退票功能後，民眾是否會因此項功能致使用 APP 的占比增加。依據研究結果，提出具體相關建議，俾利業務單位研擬票務及列車排點等相關措施參酌，以提升鐵路整體服務效能。

**關鍵詞：**訂票未果、隱性旅客、兩獨立母體比例檢定。

---

<sup>1</sup>臺鐵局 主計室 科長

<sup>2</sup>臺鐵局 主計室 科員

## Abstract

*Passenger booking records are important data for transportation demand analysis. Complete ticket booking information includes inquiry, booking, payment, ticket collection, refund or exchange, inspection, and excess fare ticket, etc. The previous ticketing system only records successful booking information, but doesn't record unsuccessful booking information. In order to complete passenger booking information, Taiwan Railways Administration (TRA) fourth generation ticketing system records the unsuccessful booking information for the first time. During consecutive holidays, it is indeed impossible to satisfy all passengers with their initial travel plan under the limited transportation capacity. Therefore, understanding the first unsuccessful booking record for each passenger has already been a major issue in the management strategy of TRA.*

*This study uses unsuccessful booking data and relevant information about TRA's operations (e.g. TRA's published timetable) to explore the demand of TRA potential passenger; the aspects of demand analysis include basic characteristics of potential passenger, reservation conditions, optimal route choice for unsuccessful booking, popular area and train number of ticket grabbing, and passenger ticket revenue of potential passenger. Beside, we use statistical tests to analyze whether the usage proportion of TRA E-Ticketing App is increasing after adding the feature to refund tickets online. According to the study results, we put forward specific recommendations. The study results can provide the reference and recommendations for related business units on ticketing strategy and train scheduling in the future.*

**Keywords :** *Unsuccessful Booking, Potential Passenger, Two Independent Proportions Test.*

## 一、前言

臺灣鐵路管理局售票系統電腦化，自民國 77 年第一代系統啟用，歷經民國 82 年第二代及 93 年第三代票務資訊系統。每一階段系統之建置均有其時代背景的需求，而第三代票務資訊系統建置於 90 年代，面對現今科技日新月異，資訊系統不斷推陳出新之情勢下，旅客的需求更趨多樣性，故該票務系統功能已無法滿足營運與管理成長需求，致臺鐵票務資訊系統整合再造計畫應運而生。臺鐵第四代票務資訊系統<sup>[1]</sup>於民國 108 年 4 月 9 日正式上線，提供智慧查詢劃

位、自動分段訂票、無紙化電子票券等多項旅客需求面之智慧服務，並建置完善之票務營運、旅客訂票等資料庫，導入商業智慧及決策支援技術，滿足旅客多元化需求，提升臺鐵局整體營收及服務品質。

旅客預訂票紀錄為建構旅運需求分析之重要資料，完整訂購票作業資料包括：查詢、訂票、付款、取票、退/換票、驗/補票等，過往票務系統僅記錄完成訂票作業的票務資料流，未囊括旅客查詢欲訂購的車次後，無法成功訂票之訂票未果資料。第四代票務系統為建構完整預訂票資料庫，首度將訂票未果資料記錄至預訂票資料庫，以期完備旅客預訂票資訊。

每逢連續假期，臺鐵熱門區段或車次的火車票總是上演搶票攻防戰的戲碼，然而在有限的運量供給下，確實無法滿足所有旅客最佳的旅運需求，故臺鐵局亟需瞭解以往票務資訊系統所無法獲得旅客第一時間訂不到火車票之訂票未果資料。本研究藉由蒐集預訂票各構面資料(如：提前預訂天數、預約訂票時段別、起訖站熱區及熱門車次等)，以深入探勘隱性旅客需求情形，刻畫隱性旅客的圖像特質，發掘出隱性旅客需求之缺口，以及第一時間所流失之隱性旅客客票收入，俾利業務單位研擬票務及列車排點等相關措施參酌，進而提供旅客更臻完善的旅運服務，創造旅客與臺鐵雙贏局面。另運用統計檢定方法，探討臺鐵 e 訂通 APP 提供線上退票功能後，民眾是否會因此項優化功能而增加使用 APP 的機會。

## 二、研究資料、方法與步驟

### 2.1 背景資料

臺鐵訂票系統提供多元化且友善的訂票方式，可透過臺鐵官方網頁、臺鐵 e 訂通 APP、四大超商、語音訂票、會員媒合訂票等 5 種訂票管道，以提供旅客便捷且 24 小時服務不中斷的訂票服務。

訂票系統的訂購流程，以官方網頁版簡單說明如下：訂購者若已確認乘車日期、起訖站及車次時，則可於訂票網頁上立即訂票，若個人訂票資訊不足時，可於「線上訂票」網頁上按「依車次」或「依時段」來進行訂票行為。若依車次訂購者，必須明確選定欲訂購之車次，最多可選擇 3 個車次，系統將一一比對所選車次是否仍有剩餘座位可訂購，當無座位可供訂購，系統會將當次訂票

中每一車次訂票資訊記列為一筆訂票未果資料；依時段訂購者，則須先決定要依起站出發時間或依訖站到達時間來進行該乘車區間的剩餘座位查詢，即旅客在無明確欲搭乘車次的情況下，會視個人行程針對可接受的出發時段或是到達時段，擇一進行設定，當無座位可供訂購，系統會將當次訂票資訊記列為一筆訂票未果資料。

由於旅客在未訂到有座票時，一般會習慣針對相同起訖區段之車次送出多筆訂票需求，而該旅客所嘗試的多筆訂票未果資料將會成為各自獨立的資料，故旅客的單一實質旅運需求可能會被放大。為避免單一實質旅運需求存有多筆的訂票未果資料，導致旅運需求量恐虛增的問題，故本分析針對資料研究對象，係為**旅客預訂所想要搭乘之日期及乘車區間之首選車次，但未能成功訂到該首選車次車票者**，謂之**第一時間預訂不到首選車次的隱性旅客**，其預訂車票張數及收入，分別視為隱性旅客需求量及客票收入。

本分析資料期間以臺鐵第四代票務資訊系統上線日起可開始預訂 23 日以後車票至 109 年和平紀念日連續假期結束日止(108 年 4 月 23 日至 109 年 3 月 1 日)的訂票未果資料，共計 248 萬 8,323 筆。

## 2.2 資料簡介

本篇分析係以旅客基本特性、預約訂票情形及首選乘車概況等 3 個面向資訊，針對訂票未果之隱性旅客所需求部分進行分析，以及 APP 線上退票優化功能之效果驗證。

旅客基本特性包含國籍別、戶籍地及座位偏好等 3 個屬性資料；預約訂票情形包含訂票系統、提前預訂天數、預約訂票時段及預約張數等 4 個屬性資料；首選乘車概況包含車種別、線別、乘車時段別、乘車日別等 4 個屬性資料。

另本分析由於假期別天數不同，為便於比較基準一致，在部分資訊面向之資料處理上採每日平均。

## 2.3 研究方法

採兩獨立母體比例之假設檢定<sup>[2][3]</sup>，藉以瞭解臺鐵 e 訂通 APP 於提供線上退票功能之前後使用 APP 預訂首選車次之占比，是否有所差異。

假設 $P_1$ 為 APP 提供線上退票功能前使用 APP 預訂首選車次之占比； $P_2$ 為 APP 提供線上退票功能後使用 APP 預訂首選車次之占比。 $n_1$ 為 APP 提供線上退票功能前，訂票未果之資料筆數，而 $x_1$ 為 APP 提供線上退票功能前，訂票未果資料中使用 APP 訂票之資料筆數； $n_2$ 為 APP 提供線上退票功能後，訂票未果之資料筆數，而 $x_2$ 為 APP 提供線上退票功能後，訂票未果資料中使用 APP 訂票之資料筆數，即 $\widehat{p}_2 = x_2/n_2$ 。

若樣本數 $n_1$ 及 $n_2$ 為大樣本，依據中央極限定理可得：

$$\widehat{p}_1 - \widehat{p}_2 \sim N\left(P_1 - P_2, \frac{P_1(1 - P_1)}{n_1} + \frac{P_2(1 - P_2)}{n_2}\right),$$

(1)檢定假設

$$\begin{cases} H_0: P_1 - P_2 \geq 0 \\ H_1: P_1 - P_2 < 0 \end{cases}$$

即 $\begin{cases} H_0: \text{APP 提供線上退票功能前使用 APP 預訂首選車次之占比大於等於提供後} \\ H_1: \text{APP 提供線上退票功能前使用 APP 預訂首選車次之占比小於提供後} \end{cases}$

(2)檢定統計量

$$Z \text{ 檢定統計量: } Z = \frac{(\widehat{p}_1 - \widehat{p}_2)}{\sqrt{P^*(1-P^*)\sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}} \sim N(0,1), P^* = \frac{x_1 + x_2}{n_1 + n_2}$$

(3)決策

令顯著水準為 $\alpha$ ，拒絕域為 $\{Z \mid Z < -Z_\alpha\}$ ，當 $Z^*$ 值在拒絕域內，則拒絕虛無假設 $H_0$ 。表示在 $(1 - \alpha) * 100\%$ 的信心水準下，有顯著證據顯示預訂不到首選車次者，於 APP 提供退票優化功能後，使用 APP 訂票之占比有顯著增加。

## 三、隱性旅客需求屬性概況

### 3.1 旅客基本特性

#### 3.1.1 國籍別

按國籍別觀之，本國籍的訂票未果筆數為 245 萬 2551 筆，占整體筆數 98.6%，平均每筆預訂張數為 1.8 張；外國籍的訂票未果筆數為 3 萬 5,772 筆，占 1.4%，平均每筆預訂張數為 2.1 張。外國籍旅客之平均每筆預訂張數高於本

國籍，可能由於外國籍旅客搭乘火車之目的多數為旅遊，而旅遊通常會結伴而行，致外國籍旅客預訂張數為 2 張(含)以上的占比約為 5 成 8，相較於本國籍旅客的占比約高出 1 成 6。

表 1 國籍別之訂票未果情形

108 年 4 月 23 日至 109 年 3 月 1 日

項目別	訂票未果筆數		預訂張數		平均每筆 預訂張數(張)
	實數(筆)	結構比(%)	實數(張)	結構比(%)	
總計	2,488,323	100.00	4,556,783	100.00	1.83
本國籍	2,452,551	98.56	4,479,941	98.31	1.83
外國籍	35,772	1.44	76,842	1.69	2.15

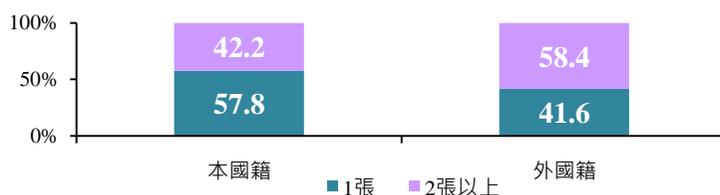


圖 1 國籍別之訂票未果預訂張數結構比

### 3.1.2 戶籍地別

按戶籍地別觀之，花蓮縣為 28 萬 5,479 筆(11.5%)居首位，新北市 27 萬 9,914 筆(11.2%)次之，再次為臺北市 25 萬 414 筆(10.1%)，而臺東縣為 16 萬 2,133 筆(6.5%)居第四位，其中設籍花蓮縣及臺東縣者的訂票未果筆數較多，可能因花東地區為熱門旅遊地區，且主要聯外大眾運具為鐵路，使得有返鄉需求的花東旅客較難訂到車票；其餘縣市之排序大致與該縣市戶籍人數多寡相關。

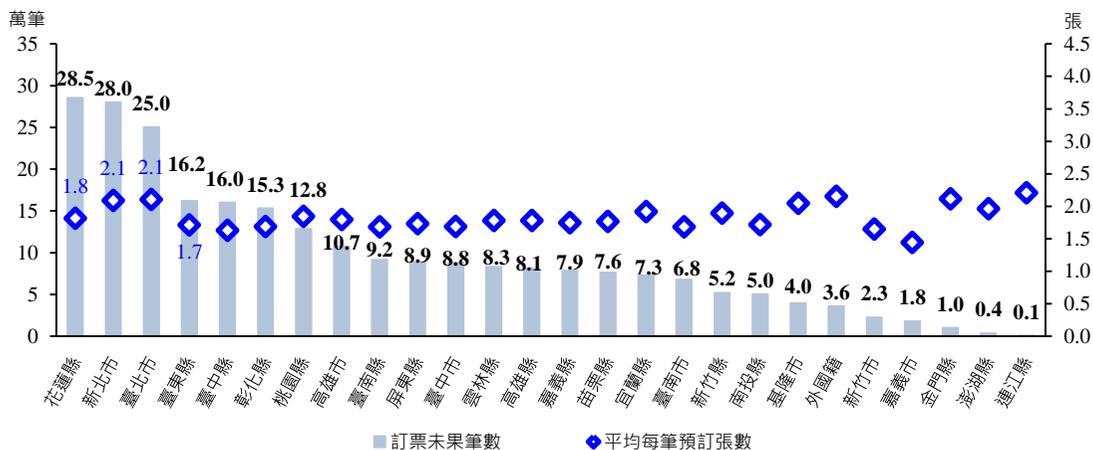


圖 2 戶籍地別之訂票未果概況

### 3.1.3 座位偏好別

按座位偏好觀之，以不指定的訂票未果筆數 242 萬 7,431 筆(97.6%)最多，親子車廂優先的訂票未果筆數 3 萬 7,988 筆(1.5%)次之，再次為桌型座優先的訂票未果筆數 2 萬 1,087 筆(0.8%)，而靠窗及靠走道的訂票未果筆數均不及 0.1%。另預訂不到首選車次者，每日平均達 14,512 張，其中以不指定 13,930 張最多，其次親子車廂優先 324 張，再次桌型座優先 252 張，靠窗及靠走道合計僅 6 張。

依靠窗或靠走道的座位偏好觀之，靠窗訂票未果筆數 1,740 筆，靠走道筆數甚少僅 77 筆，即靠窗為靠走道的 23 倍，顯示多數旅客預訂車票時，比較在乎能否成功訂到有座車票，尤其預訂 1 張者通常不會特別勾選靠窗或靠走道的偏好，若要選擇則以靠窗偏好居多。

依桌型座優先偏好觀之，各車種之訂票未果每日平均預訂張數，以普悠瑪 238 張最多，其餘車種合計約 14 張，主要因臺鐵列車中僅普悠瑪有設置 4 人對坐桌型座位；惟此方面宣導不足，旅客不甚瞭解，以致預訂桌型座時誤勾選其他車種。預訂桌型座位時一次限訂 4 張，若距離乘車日 3 天內仍有剩餘座位，會開放散票讓民眾預訂，故平均每筆預訂張數接近 4 張，為 3.8 張。

依親子車廂優先偏好觀之，臺鐵局僅於推拉式自強號提供有未滿 12 歲孩童隨行之家庭或孕婦旅客優先訂購親子車廂座位之友善服務，因搭乘人數至少須包含 1 位孩童及 1 位大人，故平均每筆預訂張數為 2 張以上，為 2.7 張。按車種別分析，訂票未果每日平均預訂張數以自強號 133 張最多，普悠瑪 109 張次之，再次依序為太魯閣、莒光號及復興號分別為 65、16 及 1 張，主要因親子車廂僅設置於推拉式自強號，其他車種無；按乘車日別分析，連續假期每日平均 949 張最多，例假日及平日分別為 494 及 117 張，惟親子車廂僅提供於平日及例假日預訂，而連續假期不提供。由此顯見，此方面宣導明顯欠缺，以致造成旅客誤勾情事屢屢發生。

表 2 座位偏好別之訂票未果情形

108 年 4 月 23 日至 109 年 3 月 1 日

項目別	訂票未果筆數		預訂張數		平均每筆 預訂張數(張)
	實數(筆)	結構比(%)	實數(張)	結構比(%)	
總計	2,488,323	100.00	4,556,783	100.00	1.83
不指定	2,427,431	97.55	4,373,925	95.99	1.80
靠窗	1,740	0.07	1,740	0.04	1.00
靠走道	77	0.00	77	0.00	1.00
桌型座優先	21,087	0.85	79,246	1.74	3.76
親子車廂優先	37,988	1.53	101,795	2.23	2.68

表3 座位偏好別之訂票未果每日平均預訂張數-依車種別分

108年4月23日至109年3月1日

項目別	總計	普悠瑪	太魯閣	自強號	莒光號	復興號
總計	14,512	5,686	3,243	4,594	924	65
不指定	13,930	5,338	3,168	4,453	907	64
靠窗	6	1	1	3	0	0
靠走道	0	0	0	0	0	0
桌型座優先	252	238	9	5	0	0
親子車廂優先	324	109	65	133	16	1

表4 座位偏好別之訂票未果每日平均預訂張數-依乘車日別分

108年4月23日至109年3月1日

項目別	平日	例假日	連續假期
總計	4,947	19,379	57,361
不指定	4,732	18,520	55,552
靠窗	2	4	39
靠走道	0	0	1
桌型座優先	96	361	819
親子車廂優先	117	494	949

## 3.2 預約訂票情形

### 3.2.1 訂票系統別

按訂票未果筆數觀之，以官方網頁的筆數為 221 萬 4,594 筆(89.0%)居首，臺鐵 e 訂通為 19 萬 3,584 筆(7.8%)次之，再次為會員媒合系統 5 萬 9,348 筆(2.4%)，而語音訂票及超商訂票的占比均不及 1%；顯示訂票未果旅客之主要訂票管道為官方網頁。按平均每筆預訂張數觀之，語音訂票及官方網頁分別為 2.0 張及 1.9 張，均高於整體平均；臺鐵 e 訂通為 1.7 張略低於整體平均，而超商訂票及會員媒合系統更低於 1.5 張，分別為 1.4 張及 1.3 張。

表 5 臺鐵訂票系統別之訂票未果情形

108年4月23日至109年3月1日

項目別	訂票未果筆數		預訂張數		平均每筆 預訂張數(張)
	實數(筆)	結構比(%)	實數(張)	結構比(%)	
總計	2,488,323	100.00	4,556,783	100.00	1.83
官方網頁	2,214,594	89.00	4,114,753	90.30	1.86
臺鐵 e 訂通	193,584	7.78	321,412	7.05	1.66
會員媒合	59,348	2.39	79,928	1.75	1.35
語音訂票	17,796	0.72	36,464	0.80	2.05
超商訂票	3,001	0.12	4,226	0.09	1.41

### 3.2.2 開放預訂天數別

#### 3.2.2.1 平、例假日別情形

依開放預訂天數說明，臺鐵訂票系統於乘車日前 14 天(即開放旅客預訂第 1 天)可開始預訂火車票，即週一可預訂次週一內之乘車票，惟每逢週五可多預訂 2 天至次週日之乘車票。平日車票最早可於乘車日前 14 天訂購，故開放預訂第 15 天即為乘車日當天；而例假日之週五車票最早可於乘車日前 14 天訂購，故開放預訂第 15 天即為乘車日當天；例假日之週六車票最早可於乘車日前 15 天訂購，故開放預訂第 16 天即為乘車日當天；例假日之週日車票最早可於乘車日前 16 天訂購，故開放預訂第 17 天即為乘車日當天。

依開放預訂期間的需求缺口量觀之，平日或例假日開放預訂期間需求缺口量呈現近似 L 型，表示在預訂平日或例假日車票，旅客會有兩種訂票型態，第一種為已經安排好行程，故於開放預訂首 3 日內就積極預訂車票，第二種為行程未能事先規劃(如:臨時出差)或是旅客認為預訂非連續假期之車票，不需事先搶票，隨時能訂到車票等情況，故於乘車日前幾天才預訂車票。需求缺口量於開放預訂首日至第 3 天會出現高峰，接下來需求缺口量驟減，直至乘車日前一周內需求缺口量稍微上升，且乘車日為例假日時，愈接近乘車日當天的需求缺口量增加幅度較平日大。

依開放預訂首日的每日平均需求缺口量觀之，例假日為 6.5 千張車票，平日為 1.4 千張車票，例假日之需求缺口量約為平日的 4.5 倍。

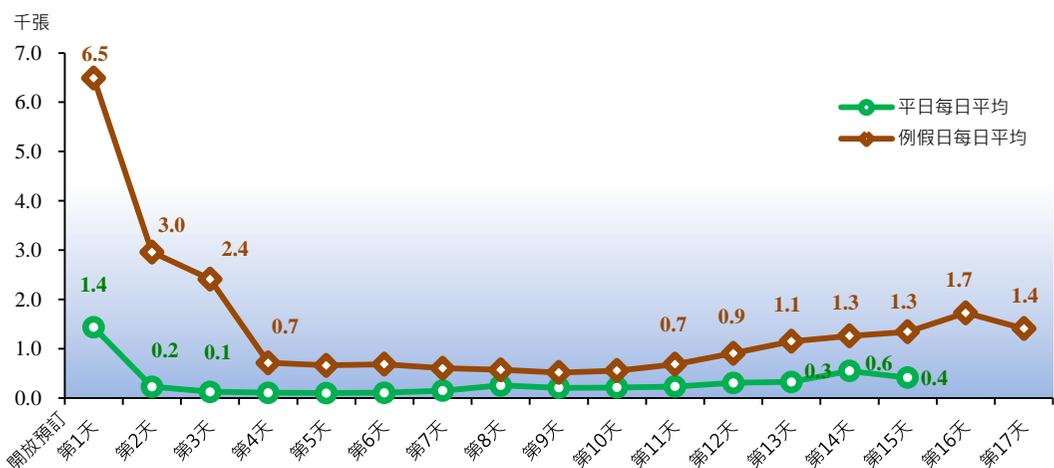


圖3 臺鐵開放預訂天數之隱性需求量-平日及例假日別

### 3.2.2.2 連續假期別情形

依開放預訂天數說明，三天及四天連假部分，於疏運期間首日(連續假期前 1 天)的前 14 天(即開放旅客預訂第 1 天)可開始預訂火車票，故開放預訂第 15 天即為疏運期間首日乘車，開放預訂第 16 天即為疏運期間第 2 天乘車，其餘依此類推；109 年春節部分，於疏運期間首日(連續假期前 1 天)的前 20 天(即開放旅客預訂第 1 天)可開始預訂火車票，故開放預訂第 21 天即為疏運期間首日乘車，開放預訂第 22 天即為疏運期間第 2 天乘車，其餘依此類推；另臺鐵春節連續假期之開放預訂第 2 天為西線列次預訂首日，即西線開放預訂較東線晚 1 天。

依開放預訂期間的需求缺口量觀之，連續假期每日平均需求缺口量更明顯約呈現 L 型，開放預訂第 1 天達到最高峰之後明顯驟減，呈現水平直線，即需求缺口量無明顯變化。其中三天連假部分，108 年端午節及中秋節的圖形約略相同，惟 109 年和平紀念日因受嚴重特殊傳染性肺炎疫情持續延燒影響，大大降低旅客搭乘火車意願，致其每日平均需求缺口量明顯低於其他連續假期。

依開放預訂首日的每日平均需求缺口量觀之，以 109 年春節的 4.1 萬張(西線：0.8 萬張，東線：3.3 萬張)車票居首，108 年雙十節的 3.6 萬張車票次之，再次依序為 108 年中秋節及端午節分別為 2.7 萬張及 2.6 萬張車票，而 109 年和平紀念日僅 1.1 萬張車票。

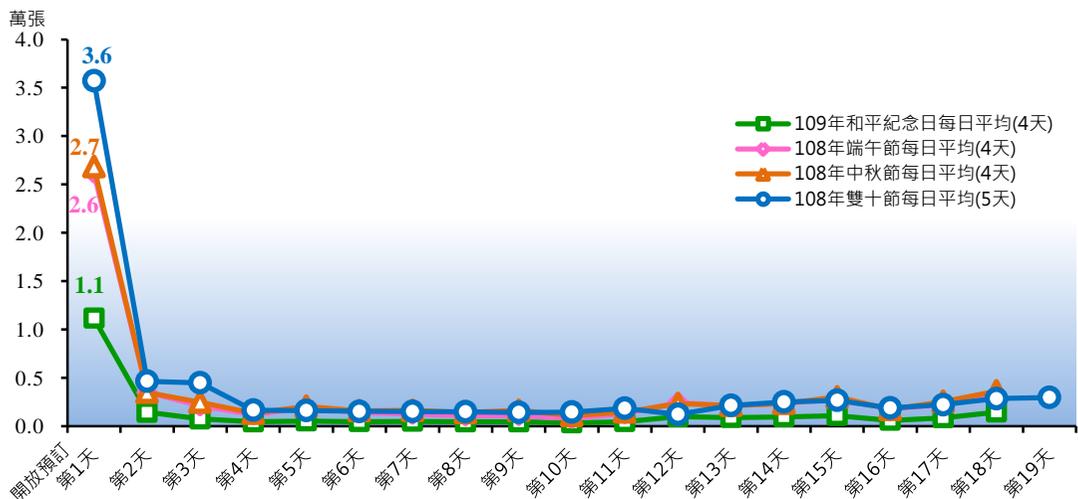


圖 4 臺鐵開放預訂天數之隱性需求量-三、四天連假別

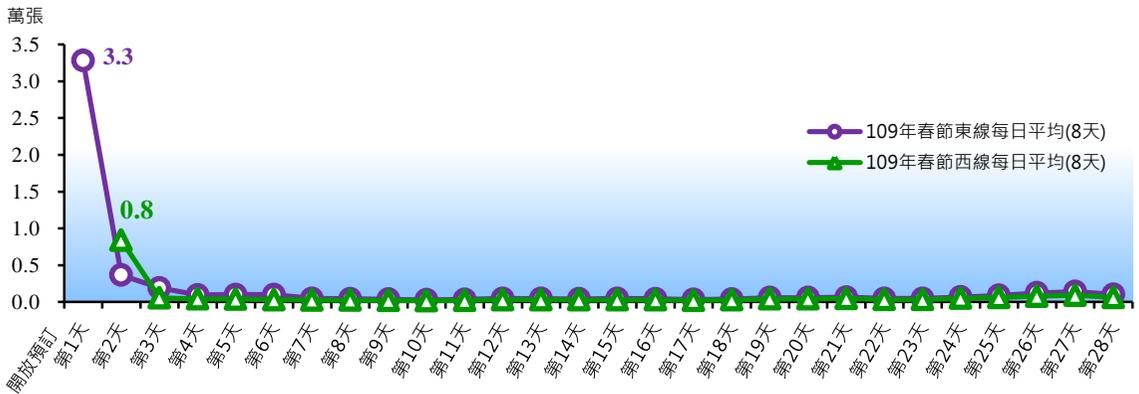


圖5 臺鐵開放預訂天數之隱性需求量-109年春節

### 3.2.3 預約訂票時段

#### 3.2.3.1 乘車日別開放預訂首日各時段概況

按預約訂票時段觀之，無論平日、例假日及或連續假期，每日訂票未果之預約時段的高峰發生於凌晨 0 點至 1 點間，第二個高峰為上午 9 點至 10 點間，主要由於臺鐵訂票系統開放時間為凌晨，故於凌晨立即湧現大量訂票情形，而在早上 9 點時系統會重新釋放因取消訂票或逾期未取等剩餘可售的車票，致該時段會再次吸引尚未訂購到有座票的旅客進行訂票。另預訂例假日及連續假期者，相對於預訂平日者，於上午 10 點後至凌晨間仍有較多旅客進行訂票。

依開放預訂凌晨 0 點至 1 點的每日平均需求缺口量觀之，連續假期為 26.8 千張，例假日為 5.1 千張，而平日僅 1.4 千張；連續假期的需求缺口量約為平日 19.6 倍，例假日約為平日 3.7 倍。

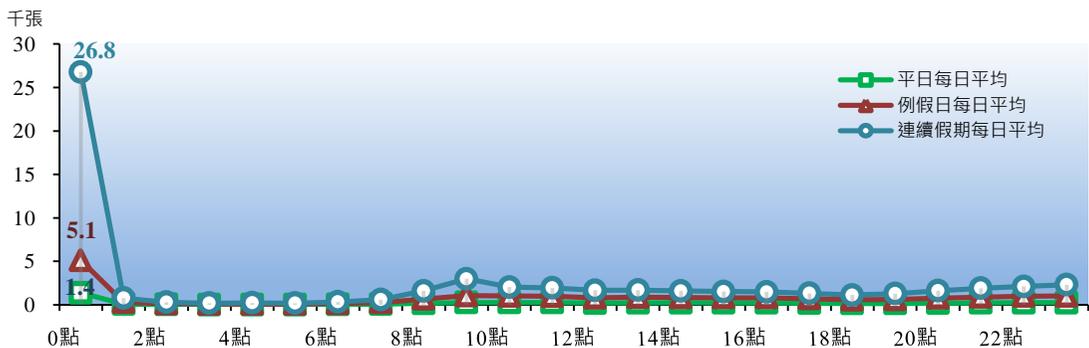


圖6 乘車日別開放預訂首日各時段之隱性需求量概況

### 3.2.3.2 連續假期開放預訂首日時段累積占比情形

針對各連續假期開放預訂首日各時段之隱性需求量累積占比(即當日零時起至某一時點間的訂票未果資料之車票總張數/當日全部訂票未果資料之車票總張數)觀之，三天連假部分，108 年中秋節大約於凌晨 40 分前有大量訂票未果資料湧入，之後各時間點訂票未果資料僅零星增加，即凌晨 40 分前其累積占比為 73.7%，40 分後累積占比呈現近似水平直線，而 108 年端午節及 109 年和平紀念日大約於凌晨 30 分前有大量訂票未果資料湧入，其累積占比分別為 76.5% 及 82.8%，30 分後呈近似水平；四天連假及春節東西線部分，均大約於凌晨 1 點前有大量訂票未果資料持續累積，其累積占比分別為 74.9%、79.3% 及 86.6%，1 點後呈近似水平。由上顯示旅客預訂三天連假車票，通常會於開賣後 40 分鐘內來預訂票，而預訂四天即以上者，則通常會於 1 小時內來預訂。

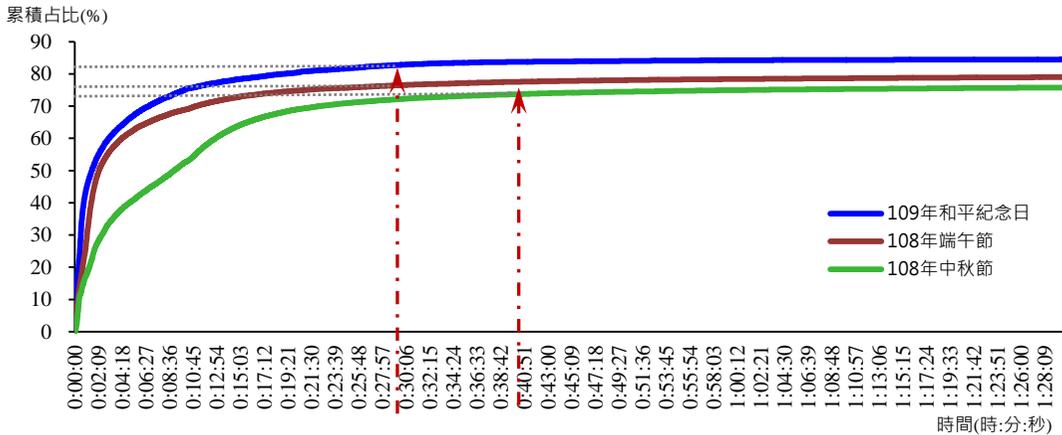


圖7 開放預訂首日時段之隱性需求量累積占比情形-三天連假

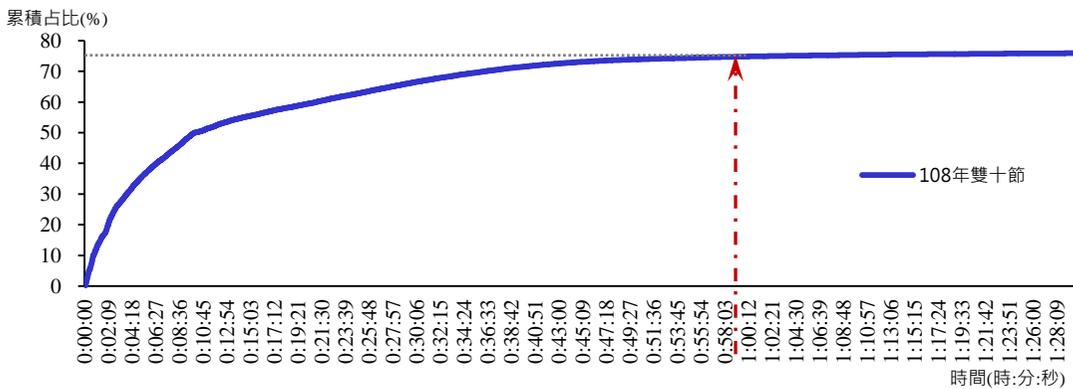


圖8 開放預訂首日時段之隱性需求量累積占比情形-四天連假

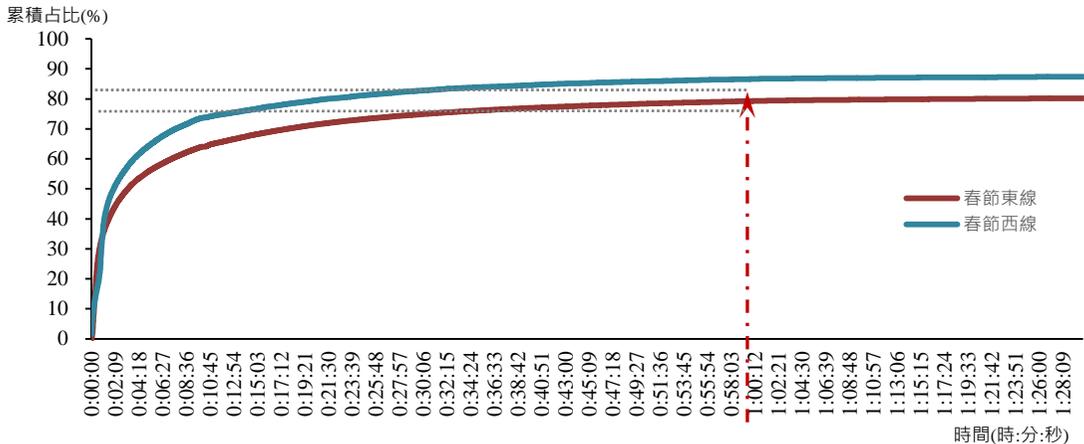


圖9 開放預訂首日時段之隱性需求量累積占比情形-109年春節

### 3.2.4 預約張數別

按預約張數觀之，整體平均每筆預訂張數為 1.8 張，以 1 張的訂票未果筆數 143 萬 1,538 筆(57.5%)居首，再次為 2 張的訂票未果筆數 58 萬 7,796 筆 (23.6%)，其餘張數占比均不及 1 成。



圖10 預約張數別之訂票未果概況

## 3.3 首選乘車概況

### 3.3.1 車種別

按車種別的訂票未果筆數觀之，前 3 名均屬自強號，以普悠瑪為 96 萬 5,225 筆(38.8%)最高，自強號為 86 萬 4,510 筆(34.7%)次之，再次為太魯閣 49 萬 9,736 筆(20.1%)，以上合計占 9 成 4 以上，而莒光號及復興號分別為 15 萬 572 筆(6.1%) 和 8,280 筆(0.3%)。

各車種的平均每筆預訂張數，復興號為 2.5 張居首，太魯閣為 2.0 張次之，再次依序為莒光號、普悠瑪及自強號分別為 1.9 張、1.8 張及 1.7 張。其中復興號為 2.5 張高於整體平均 1.8 張，且連續假期的復興號占比為 1.0%，高於平日(0.3%)及例假日(0.1%)之占比，主要因復興號於連續假期中加開東線優惠列車，提供臺北-宜蘭 100 元及臺北-花蓮 200 元優惠票價，吸引旅客搶訂，且連續假期通常會與親友結伴旅運，致其平均每筆預訂張數高達 2.5 張。

表 6 車種別之訂票未果情形

108 年 4 月 23 日至 109 年 3 月 1 日

項目別	訂票未果筆數		預訂張數		平均每筆 預訂張數(張)
	實數(筆)	結構比(%)	實數(張)	結構比(%)	
總計	2,488,323	100.00	4,556,783	100.00	1.83
普悠瑪	965,225	38.79	1,785,390	39.18	1.85
太魯閣	499,736	20.08	1,018,333	22.35	2.04
自強號	864,510	34.74	1,442,668	31.66	1.67
莒光號	150,572	6.05	290,048	6.37	1.93
復興號	8,280	0.33	20,344	0.45	2.46

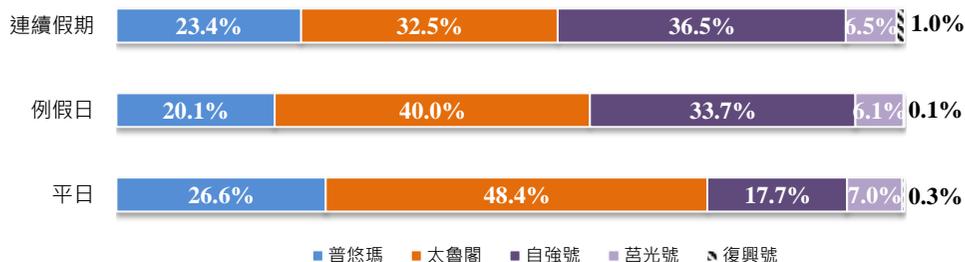


圖 11 乘車日別之各車種別訂票未果結構比

### 3.3.2 線別

按訂票未果筆數觀之，西線為 79 萬 1,896 筆(31.8%)，東線為 169 萬 6,427 筆(68.2.0%)；按預訂張數觀之，西線為 115 萬 6,248 張(25.4%)，東線為 340 萬 535 張(74.6%)。由於東部仍以鐵路為主要聯外交通方式，即東線的替代大眾運具較少，致平均每筆預訂張數 2.0 張較西線 1.5 張多，其需求缺口量為西線的 2.9 倍。

表 7 線別之訂票未果情形

108 年 4 月 23 日至 109 年 3 月 1 日

項目別	訂票未果筆數		預訂張數		平均每筆 預訂張數(張)
	實數(筆)	結構比(%)	實數(張)	結構比(%)	
總計	2,488,323	100.00	4,556,783	100.00	1.83
西線	791,896	31.82	1,156,248	25.37	1.46
東線	1,696,427	68.18	3,400,535	74.63	2.00

### 3.3.3 乘車時段別

本分析依時段別之訂票未果資料中，旅客勾選起站出發時間和訖站到達時間之占比分別為 97.8%(33 萬 4,039 筆)及 2.2%(7,434 筆)，由於絕大多數旅客選擇以起站出發時間來訂票，故本段以起站出發時間為分析主軸。

按起站出發時段觀之，無論平日、例假日及或連續假期，旅客一般會選擇的起站出發時段分為 2 個主要時段，第一為上午 7 點至 10 點間，且最高峰發生於上午 8 點至 9 點間；第二為下午 3 點至晚上 8 點間，且最高峰發生於下午 3 點至 4 點間以及 5 點到 6 點間；其餘時段均位於離峰時間，一般旅客較少會選擇此時間帶出發。

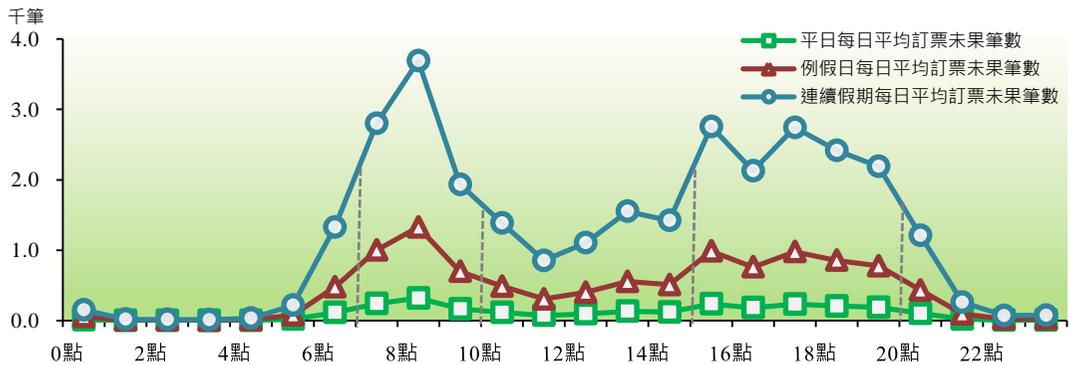


圖 12 起站出發時段別之訂票未果概況

### 3.3.4 乘車日別

本段分析以平日訂票未果資料作為比較基準，例假日每日平均訂票未果之預訂張數約為平日的 3.9 倍，表示例假日的需求缺口量約為平日的 3.9 倍。連續假期的部分，除和平紀念日外，連續假期每日平均訂票未果之預訂張數均為平日的 11 倍以上，其中以 108 年雙十節 14.2 倍最高，其次 109 年春節 13.7 倍，以上兩連假之假期天數均達 4 天以上，即假期天數較長，旅運需求亦推升，旅

客訂不到票的情況加劇，故需求缺口量亦越高。另 109 年和平紀念日假期因受嚴重特殊傳染性肺炎疫情持續延燒影響，大大降低旅客搭乘火車意願，故訂票未果之預訂張數約為平日的 4.5 倍，其倍數僅略高於例假日。

表 8 乘車日別之訂票未果情形

108 年 4 月 23 日至 109 年 3 月 1 日

項目別	每日平均訂票未果筆數		每日平均預訂張數		平均每筆 預訂張數(張)
	實數(筆)	與平日相比 之倍數	實數(張)	與平日相比 之倍數	
平日	2,615	-	4,947	-	1.89
例假日	10,801	4.13	19,217	3.88	1.78
連續假期	30,446	11.64	57,361	11.60	1.88
和平紀念日	11,958	4.57	22,086	4.46	1.85
端午節	31,165	11.92	54,611	11.04	1.75
中秋節	35,210	13.47	58,193	11.76	1.65
雙十節	39,221	15.00	70,436	14.24	1.80
春節	31,463	12.03	67,785	13.70	2.15

## 四、搶票熱區及熱門車次

### 4.1 搶票熱區情形

整體訂票未果資料，茲依東、西線搶票熱區之分布情形，瞭解旅客尚無法被滿足之需求熱區，期供未來列車調度及排點相關措施之參酌。

#### 4.1.1 西線搶票熱區

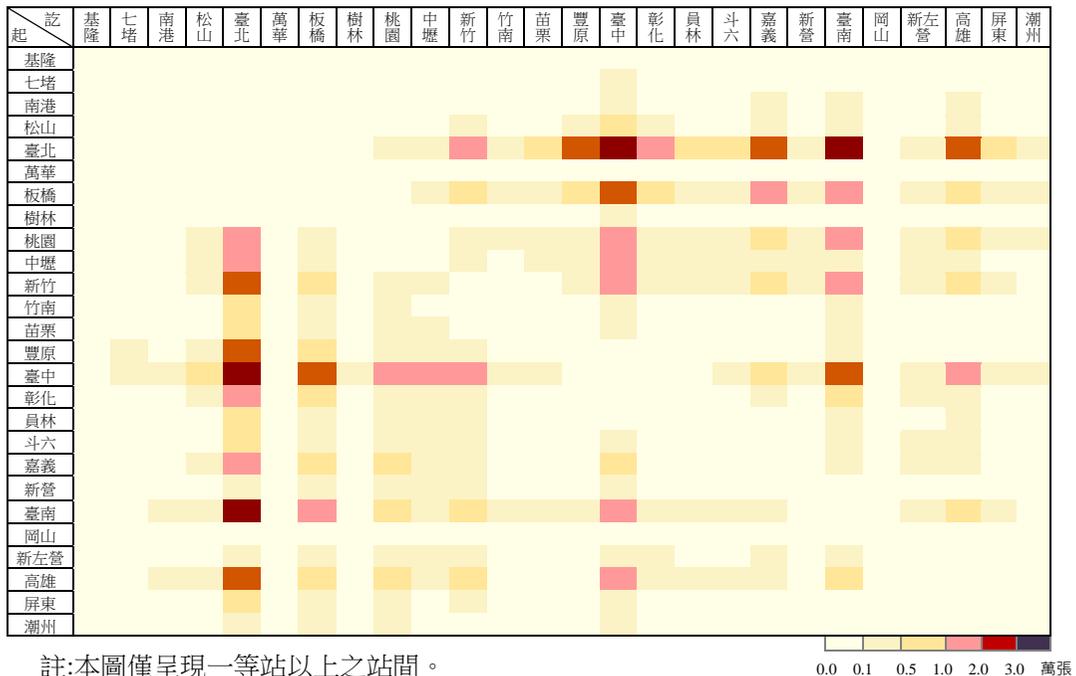
依西線前 20 名熱區分析，主要運程以中運程最多，即臺北⇌新竹、臺北⇌臺中、臺北⇌豐原、板橋⇌臺中、桃園⇌臺中、臺中⇌臺南、臺中→新竹、彰化→臺北等 14 個區間；而長運程有臺北⇌嘉義、臺北⇌臺南、臺北⇌高雄等 6 個區間。

按預訂張數觀之，以臺中→臺北達 8.7 萬張居首，其次臺北→臺中為 7.3 萬張，再次依序臺北→臺南、臺南→臺北分別為 3.9 萬及 3.7 萬張，其餘熱區均不及 3 萬張。按平均每筆預訂張數觀之，西線前 20 名熱區均小於整體 1.8 張，以嘉義→臺北 1.7 張最高，最低為臺中→新竹 1.3 張。

表 9 西線前 20 名搶票熱區之訂票未果資料

108 年 4 月 23 日至 109 年 3 月 1 日

起站→訖站	運程	訂票未果筆數		預訂張數		平均每筆 預訂張數(張)
		實數(筆)	結構比(%)	實數(張)	結構比(%)	
臺中→臺北	中	59,507	5.46	87,287	5.50	1.47
臺北→臺中	中	50,757	4.66	72,888	4.59	1.44
臺北→臺南	長	24,377	2.24	39,220	2.47	1.61
臺南→臺北	長	23,102	2.12	36,734	2.31	1.59
豐原→臺北	中	20,155	1.85	28,986	1.83	1.44
高雄→臺北	長	16,600	1.52	27,369	1.72	1.65
臺中→板橋	中	18,161	1.67	26,553	1.67	1.46
板橋→臺中	中	17,053	1.56	24,646	1.55	1.45
臺北→高雄	長	14,860	1.36	24,367	1.54	1.64
新竹→臺北	中	15,153	1.39	22,481	1.42	1.48
臺中→臺南	中	15,625	1.43	22,103	1.39	1.41
臺北→嘉義	長	12,882	1.18	21,150	1.33	1.64
臺北→豐原	中	15,101	1.39	20,522	1.29	1.36
桃園→臺中	中	13,313	1.22	17,937	1.13	1.35
嘉義→臺北	長	10,618	0.97	17,706	1.12	1.67
臺中→桃園	中	13,612	1.25	17,669	1.11	1.30
臺南→臺中	中	12,675	1.16	17,254	1.09	1.36
臺北→新竹	中	11,068	1.02	16,818	1.06	1.52
彰化→臺北	中	10,366	0.95	15,695	0.99	1.51
臺中→新竹	中	11,720	1.08	14,973	0.94	1.28



註:本圖僅呈現一等站以上之站間。

圖 13 隱性旅客於西線之搶票熱區情形

#### 4.1.2 東線搶票熱區

依東線前 20 名熱區分析，主要運程以長運程最多，即臺北⇌臺東、臺北⇌玉里、板橋⇌花蓮、板橋⇌臺東、臺中⇌花蓮、松山→臺東、樹林→花蓮、樹林→臺東等 13 個區間，而中運程有臺北⇌花蓮、松山⇌花蓮、羅東⇌花蓮、花蓮→宜蘭等 7 個區間。

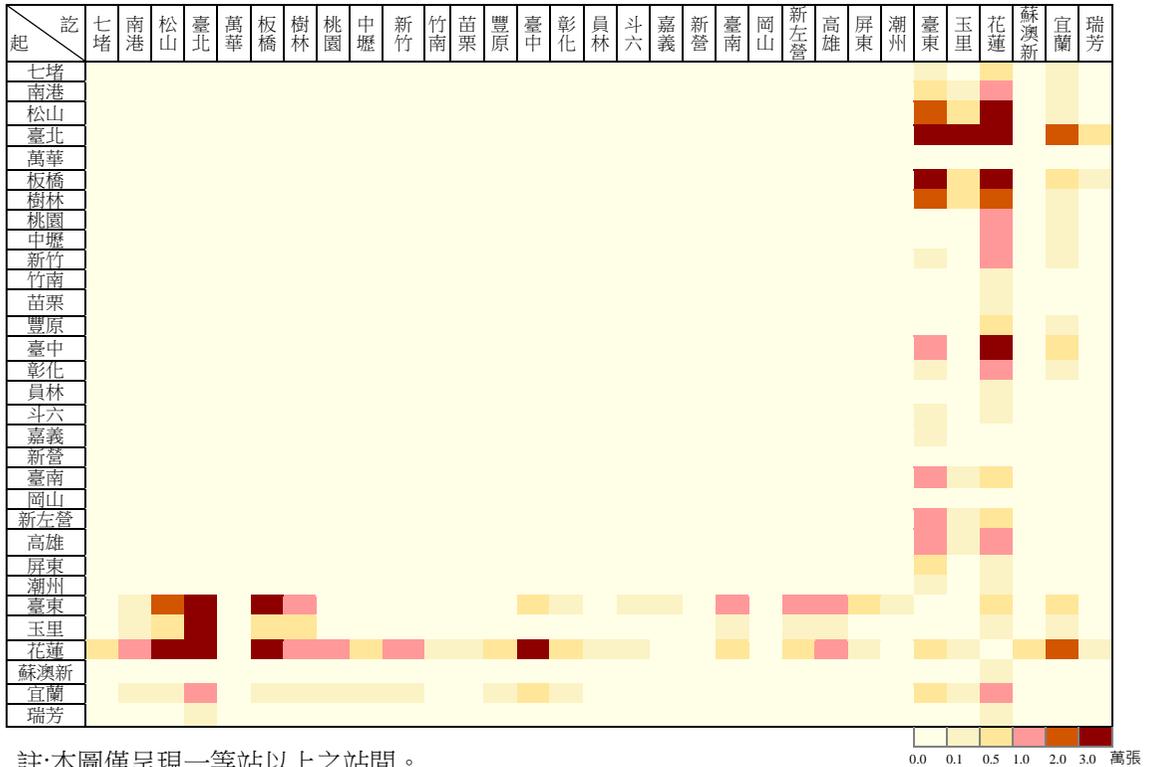
按預訂張數觀之，以臺北→花蓮的預訂張數為 35.4 萬張居首，其次花蓮→臺北為 32.2 萬張，再次依序為臺北→臺東、臺東→臺北分別為 18.4 萬及 14.5 萬張，其餘熱區不及 7 萬張。另臺北⇌花蓮及臺北⇌臺東之預訂張數為其他熱區約 2 倍以上，顯示臺北往返花蓮、臺東的需求缺口量明顯高於其他熱區。

按平均每筆預訂張數觀之，東線前 20 名熱區平均每筆預訂張數均大於整體 1.8 張，以板橋⇌臺東均 2.3 張最高，臺北⇌花蓮及臺北⇌臺東均為 2.2 張次之。

表 10 東線前 20 名搶票熱區之訂票未果資料

108 年 4 月 23 日至 109 年 3 月 1 日

起站→訖站	運程	訂票未果筆數		預訂張數		平均每筆 預訂張數(張)
		實數(筆)	結構比(%)	實數(張)	結構比(%)	
臺北→花蓮	中	159,879	11.43	354,018	11.92	2.21
花蓮→臺北	中	145,756	10.42	321,732	10.83	2.21
臺北→臺東	長	83,238	5.95	184,327	6.21	2.21
臺東→臺北	長	65,639	4.69	145,360	4.90	2.21
板橋→花蓮	長	31,067	2.22	68,340	2.30	2.20
花蓮→板橋	長	26,185	1.87	57,171	1.93	2.18
松山→花蓮	中	25,519	1.82	50,882	1.71	1.99
花蓮→松山	中	23,858	1.71	47,695	1.61	2.00
臺中→花蓮	長	22,390	1.60	45,503	1.53	2.03
板橋→臺東	長	17,401	1.24	39,971	1.35	2.30
臺北→玉里	長	19,254	1.38	37,842	1.27	1.97
玉里→臺北	長	16,894	1.21	33,261	1.12	1.97
臺東→板橋	長	13,594	0.97	31,245	1.05	2.30
花蓮→臺中	長	15,455	1.11	30,947	1.04	2.00
花蓮→羅東	中	14,834	1.06	30,531	1.03	2.06
樹林→臺東	長	13,076	0.94	28,495	0.96	2.18
樹林→花蓮	長	12,052	0.86	25,943	0.87	2.15
松山→臺東	長	11,929	0.85	25,454	0.86	2.13
花蓮→宜蘭	中	10,481	0.75	22,302	0.75	2.13
羅東→花蓮	中	10,462	0.75	21,749	0.73	2.08



註:本圖僅呈現一等站以上之站間。

圖 14 隱性旅客於東線之搶票熱區情形

## 4.2 連續假期之搶票熱區情形

依連續假期前 20 名熱區分析，東線及西線分別有 15 及 5 個搶票熱區，其中前 5 名均位於東線，主要運程以長運程最多，即臺北⇌玉里、臺北⇌臺東、臺北⇌臺南、板橋⇌花蓮、板橋⇌臺東、臺中⇌花蓮、臺北→高雄、樹林→花蓮等 14 個區間；而中運程有臺北⇌花蓮、松山⇌花蓮、臺北⇌臺中等 6 個區間。由上顯示連續假期，搶票熱區仍以東線為主。

按每日平均預訂張數觀之，以臺北→花蓮為 4,233 張居首，其次花蓮→臺北為 3,751 張，再次依序為臺北→臺東及臺東→臺北分別為 2,258 及 1,804 張，其餘熱區不及千張。

按平均每筆預訂張數觀之，東線熱區均大於整體 1.8 張，西線熱區均小於整體，以臺東→板橋 2.4 張最高，臺東→臺北及花蓮→板橋均為 2.36 張次之，最低為臺北→臺中 1.5 張。

表 11 連續假期前 20 名搶票熱區之訂票未果資料

108 年 4 月 23 日至 109 年 3 月 1 日

起站→訖站	線別	運程	每日平均訂票未果筆數		每日平均預訂張數		平均每筆 預訂張數(張)
			實數(筆)	結構比(%)	實數(張)	結構比(%)	
臺北→花蓮	東線	中	1,884	6.19	4,233	7.38	2.25
花蓮→臺北	東線	中	1,653	5.43	3,751	6.54	2.27
臺北→臺東	東線	長	1,001	3.29	2,258	3.94	2.26
臺東→臺北	東線	長	763	2.51	1,804	3.14	2.36
板橋→花蓮	東線	長	404	1.33	937	1.63	2.32
臺北→臺中	西線	中	591	1.94	891	1.55	1.51
臺中→臺北	西線	中	518	1.70	804	1.40	1.55
花蓮→板橋	東線	長	341	1.12	803	1.40	2.36
松山→花蓮	東線	中	313	1.03	659	1.15	2.10
花蓮→松山	東線	中	292	0.96	620	1.08	2.13
臺中→花蓮	東線	長	286	0.94	579	1.01	2.02
臺北→臺南	西線	長	326	1.07	559	0.97	1.71
臺南→臺北	西線	長	280	0.92	493	0.86	1.76
臺北→玉里	東線	長	236	0.78	486	0.85	2.06
板橋→臺東	東線	長	209	0.69	474	0.83	2.27
花蓮→臺中	東線	長	217	0.71	447	0.78	2.06
玉里→臺北	東線	長	187	0.61	403	0.70	2.16
臺東→板橋	東線	長	166	0.55	396	0.69	2.38
臺北→高雄	西線	長	194	0.64	342	0.60	1.76
樹林→花蓮	東線	長	152	0.50	342	0.60	2.25

### 4.3 外籍旅客之搶票熱區情形

對於外籍旅客而言，搭乘火車目的多以觀光旅遊為主，其所選擇搭乘熱區顯與其他搭乘目的別(如:返鄉、出差等)不同，故本段以外籍旅客之搶票熱區作為分析主軸。

依外籍旅客前 20 名熱區分析，東線及西線分別有 15 及 5 個搶票熱區，其中前 5 名均位於東線，主要運程以中運程最多，即臺北⇄宜蘭、臺北⇄花蓮、臺北⇄臺中、松山⇄花蓮、瑞芳⇄花蓮、高雄→臺東、新城→臺北等 12 個區間，長運程有臺北⇄臺東、臺北⇄高雄、臺北→臺南、臺中→花蓮等 6 個區間，而短運程有臺北⇄瑞芳等 2 個區間；顯示外籍旅客之搶票熱區仍以東線為主。相較於整體，外籍旅客對於短運程之臺北⇄瑞芳及中運程之臺北⇄宜蘭、瑞芳⇄花蓮及高雄→臺東有其殷切需求，顯示上述熱區為外國旅客來臺旅遊之熱門觀光地區。

按預訂張數觀之，以臺北→花蓮為 1.6 萬張居首，其次花蓮→臺北為 1.2 萬張，其餘熱區不及萬張。

按平均每筆預訂張數觀之，東線熱區均大於整體 1.8 張，西線熱區均小於整體，以新城→臺北 4.5 張最高，花蓮→瑞芳 2.7 張次之，再次為臺北→瑞芳 2.6 張，最低為高雄→臺北 1.7 張。

表 12 外籍旅客前 20 名搶票熱區之訂票未果資料

108 年 4 月 23 日至 109 年 3 月 1 日

起站→訖站	線別	運程	訂票未果筆數		預訂張數		平均每筆 預訂張數(張)
			實數(筆)	結構比(%)	實數(張)	結構比(%)	
臺北→花蓮	東線	中	6,570	18.37	15,988	20.81	2.43
花蓮→臺北	東線	中	5,029	14.06	12,015	15.64	2.39
臺北→臺東	東線	長	1,454	4.06	2,988	3.89	2.06
臺北→瑞芳	東線	短	921	2.57	2,423	3.15	2.63
臺東→臺北	東線	長	1,097	3.07	2,380	3.10	2.17
臺北→臺中	西線	中	949	2.65	1,612	2.10	1.70
臺中→臺北	西線	中	917	2.56	1,572	2.05	1.71
臺北→宜蘭	東線	中	389	1.09	1,016	1.32	2.61
花蓮→瑞芳	東線	中	378	1.06	1,002	1.30	2.65
瑞芳→花蓮	東線	中	360	1.01	931	1.21	2.59
松山→花蓮	東線	中	415	1.16	920	1.20	2.22
臺中→花蓮	東線	長	403	1.13	816	1.06	2.02
高雄→臺東	東線	中	362	1.01	790	1.03	2.18
花蓮→松山	東線	中	326	0.91	743	0.97	2.28
瑞芳→臺北	東線	短	275	0.77	712	0.93	2.59
宜蘭→臺北	東線	中	241	0.67	666	0.87	2.76
臺北→臺南	西線	長	339	0.95	578	0.75	1.71
臺北→高雄	西線	長	302	0.84	538	0.70	1.78
高雄→臺北	西線	長	311	0.87	526	0.68	1.69
新城→臺北	東線	中	112	0.31	499	0.65	4.46

#### 4.4 熱門車次情形

依前 20 名熱門車次分析，東線及西線分別有 17 及 3 個熱門車次，其中東線熱門車次 408 次及 421 次為往返樹林至臺東直達車，中間僅停靠 5 站，故開行總時間均在 4 小時內。另 280 次、278 次、283 次、324 次、285 次及 288 次等以上 6 列次，其起(訖)站為一端落於中南部經北(南)半環至東部之跨線列次，顯見此型態車次亦有隱性旅運市場需求。

按車種別觀之，普悠瑪有 12 列次最多，其次太魯閣有 5 列次，莒光號及自強號僅 2 及 1 列次，其中普悠瑪及太魯閣各有 1 列為臺東實名制列次，莒光

號均為附掛於環島觀光列車之自由行車廂，即旅客仍偏好新型自強號為預訂之首選車種。

按預訂張數觀之，以 280 次的預訂張數約達 13.5 萬張居首，其次 111 次的預訂張數 13.1 萬張，再次依序為 408 次、412 次及 278 次分別為 13.1 萬、12.8 萬及 12.7 萬張，其餘列次不及萬張。

按平均每筆預訂張數觀之，多數東線列次均大於整體 1.8 張，西線列次均小於整體，以 408 次為 2.5 張最高，288 次為 1.4 張最低。

表 13 前 20 名熱門車次之訂票未果資料

108 年 4 月 23 日至 109 年 3 月 1 日

車次	線別	開行區段	總開行 時間(時:分)	車種	訂票未果筆數		預訂張數		平均每筆 預訂張數
					實數(筆)	結構(%)	實數(張)	結構(%)	
280	東線	斗六→花蓮(山/順)	4:48	普悠瑪	65,047	2.61	134,812	2.96	2.07
111	西線	南港→枋寮(山/逆)	4:48	普悠瑪	79,347	3.19	130,886	2.87	1.65
408	東線	樹林→臺東(-/順)	3:54	太魯閣	52,617	2.11	130,733	2.87	2.48
412	東線	樹林→臺東(-/順)	4:39	普悠瑪	52,325	2.10	127,545	2.80	2.44
278	東線	員林→花蓮(海/順)	4:51	普悠瑪	59,277	2.38	127,038	2.79	2.14
136	西線	枋寮→南港(山/順)	4:43	普悠瑪	71,340	2.87	110,002	2.41	1.54
441	東線	知本→樹林(-/逆)	4:15	太魯閣	45,886	1.84	98,448	2.16	2.15
283	東線	壽豐→斗六(山/逆)	5:23	普悠瑪	50,659	2.04	89,276	1.96	1.76
425	東線	臺東→樹林(-/逆)	4:35	普悠瑪	34,272	1.38	76,603	1.68	2.24
431	東線	臺東→樹林(-/逆)	4:36	普悠瑪	33,940	1.36	74,469	1.63	2.19
1	東線	臺北→臺北(山/逆)	13:42	莒光號	38,427	1.54	67,296	1.48	1.75
421	東線	臺東→樹林(-/逆)	3:49	太魯閣	32,617	1.31	66,222	1.45	2.03
110	西線	潮州→南港(山/順)	4:20	普悠瑪	44,298	1.78	65,322	1.43	1.47
324	東線	花蓮→臺南(-/順)	5:13	自強號	33,993	1.37	64,382	1.41	1.89
285	東線	花蓮→員林(海/逆)	4:50	太魯閣	32,278	1.30	63,927	1.40	1.98
402	東線	樹林→知本(-/順)	4:19	太魯閣	26,276	1.06	59,713	1.31	2.27
2	東線	臺北→臺北(山/順)	13:30	莒光號	32,728	1.32	58,319	1.28	1.78
406	東線	樹林→臺東(-/順)	4:46	普悠瑪	24,421	0.98	56,157	1.23	2.30
288	東線	彰化→花蓮(山/順)	4:20	普悠瑪	39,485	1.59	55,869	1.23	1.41
422	東線	樹林→臺東(-/順)	4:39	普悠瑪	22,837	0.92	49,073	1.08	2.15

註: 1. 408 次及 431 次為臺東實名制班次。

2. 1 次及 2 次為附掛於環島觀光列車之自由行車廂，提供一般旅客訂位。

## 五、隱性旅客之客票收入概估

### 5.1 估算方式

依據第一時間預訂不到首選車次的隱性旅客資料中，將起站及訖站欄位資料與站間營運里程檔案串聯，取得其搭乘里程，再按目前各車種別之費率，即

每人公里票價:自強號 2.27 元、莒光號 1.75 元、復興號 1.46 元，進行客票收入估算。

## 5.2 概估結果

第一時間預訂不到首選車次的隱性旅客，訂票未果預訂張數為 455.7 萬張，客票收入概估為 22.2 億元，即每日平均隱性旅客需求量及客票收入分別約為 1.5 萬張及 709.8 萬元，而每張平均運程為 217.9 公里。臺鐵 108 年 5 月至 109 年 2 月會計報告之對號列車客票收入為 88.7 億元，每日平均客票收入 2,907.9 萬元，即第一時間流失隱性旅客之對號列車客票收入約為實際客票收入 24.4%。

### 5.2.1 國籍別

按本國籍旅客觀之，訂票未果預訂張數為 448.0 萬張，客票收入概估為 21.9 億元(98.5%)，每日平均客票收入 699.0 萬元，每張平均運程為 218.3 公里。

另外國籍的訂票未果預訂張數為 7.7 萬張，客票收入概估為 0.3 億元 (1.5%)，每日平均客票收入 10.8 萬元，每張平均運程為 198.3 公里。

表 14 隱性旅客之客票收入估算—國籍別  
108 年 4 月 23 日至 109 年 3 月 1 日

項目別	預訂張數		客票收入估算		每張平均運程 (公里)
	實數(張)	結構比(%)	概數(萬元)	結構比(%)	
總計	4,556,783	100.00	222,180	100.00	217.93
本國籍	4,479,941	98.31	218,789	98.47	218.27
外國籍	76,842	1.69	3,391	1.53	198.26

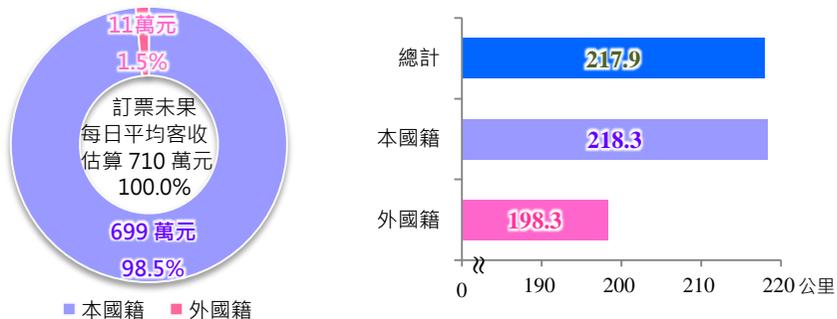


圖 15 隱性旅客之每日平均客票收入結構及每張平均運程—國籍別

## 5.2.2 車種別

按新自強號觀之，預訂普悠瑪的訂票未果預訂張數為 178.5 萬張，客票收入概估為 9.4 億元(42.5%)，每日平均客票收入 301.8 萬元，每張平均運程為 233.1 公里。太魯閣的訂票未果預訂張數為 101.8 萬張，客票收入概估為 5.5 億元 (25.0%)，每日平均客票收入 177.1 萬元，每張平均運程為 239.9 公里。

按一般自強號觀之，訂票未果預訂張數為 144.3 萬張，客票收入概估為 6.2 億元(27.8%)，每日平均客票收入 197.1 萬元，每張平均運程為 188.4 公里。

按莒光號觀之，訂票未果預訂張數為 29.0 萬張，客票收入概估為 1.0 億元 (4.6%)，每日平均客票收入 32.3 萬元，每張平均運程為 199.4 公里。

按復興號觀之，訂票未果預訂張數為 2.0 萬張，客票收入概估為 0.04 億元 (0.2%)，每日平均客票收入 1.4 萬元，每張平均運程為 146.2 公里。

表 15 隱性旅客之客票收入估算—車種別

108 年 4 月 23 日至 109 年 3 月 1 日

項目別	預訂張數		客票收入估算		每張平均運程 (公里)
	實數(張)	結構比(%)	概數(萬元)	結構比(%)	
總計	4,556,783	100.00	222,180	100.00	217.93
普悠瑪	1,785,390	39.18	94,472	42.52	233.10
太魯閣	1,018,333	22.35	55,446	24.96	239.86
自強號	1,442,668	31.66	61,706	27.77	188.42
莒光號	290,048	6.37	10,121	4.56	199.40
復興號	20,344	0.45	434	0.20	146.24

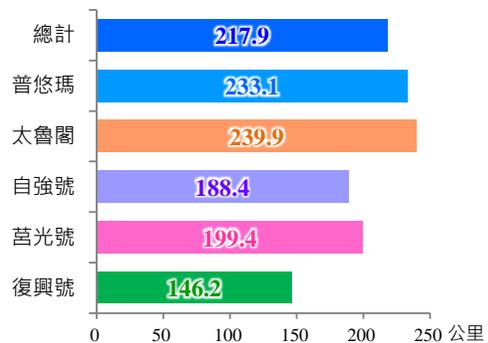
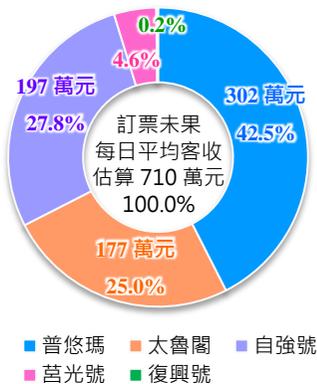


圖 16 隱性旅客之每日平均客票收入結構及每張平均運程—車種別

### 5.2.3 線別

按東線觀之，訂票未果預訂張數為 351.1 萬張，客票收入概估為 17.6 億元 (79.1%)，每日平均客票收入 561.2 萬元，每張平均運程為 224.1 公里。

按西線觀之，訂票未果預訂張數為 104.6 萬張，客票收入概估為 4.7 億元 (20.9%)，每日平均客票收入 148.7 萬元，每張平均運程為 197.2 公里。

表 16 隱性旅客之客票收入估算—線別

108 年 4 月 23 日至 109 年 3 月 1 日

項目別	預訂張數		客票收入估算		每張平均運程 (公里)
	實數(張)	結構比(%)	概數(萬元)	結構比(%)	
總計	4,556,783	100.00	222,180	100.00	217.93
東線	3,510,537	77.04	175,650	79.06	224.10
西線	1,046,246	22.96	46,529	20.94	197.23

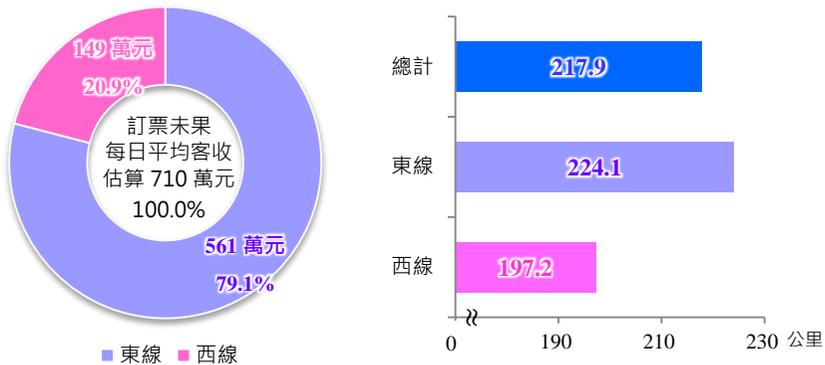


圖 17 隱性旅客之每日平均客票收入結構及每張平均運程—線別

### 5.2.4 乘車日別

本段分析以平日訂票未果資料作為比較基準，例假日第一時間流失隱性客群每日客票收入約為平日的 3.7 倍；連續假期的部分，除和平紀念日外，連續假期第一時間流失隱性客群每日客票收入均為平日的 10 倍以上，其中以 109 年春節 14.4 倍最高，其次 109 年雙十節 14.1 倍，以上兩連假之假期天數均達 4 天以上。另 109 年和平紀念日假期因受嚴重特殊傳染性肺炎疫情持續延燒影響，大大降低旅客搭乘火車意願，故第一時間流失隱性客群每日客票收入約為平日的 4.5 倍，其倍數僅略高於例假日。

按每張平均運程觀之，所有乘車日的第一時間預訂不到首選車次之每張車

票平均運程均大於 210 公里，即全數屬於長運程旅運(≥200 公里)。

表 17 隱性旅客之客票收入估算—乘車日別

108 年 4 月 23 日至 109 年 3 月 1 日

項目別	每日平均預訂張數		每日平均客票收入估算		每張平均運程 (公里)
	實數(張)	與平日相比 之倍數	概數(萬元)	與平日相比 之倍數	
平日	4,947	-	248	-	223.72
例假日	19,217	3.88	910	3.68	211.46
連續假期	57,361	11.60	2,882	11.65	224.87
和平紀念日	22,086	4.46	1,121	4.53	226.42
端午節	54,611	11.04	2,620	10.58	214.51
中秋節	58,193	11.76	2,792	11.28	214.61
雙十節	70,436	14.24	3,487	14.09	221.72
春節	67,785	13.70	3,562	14.39	235.25

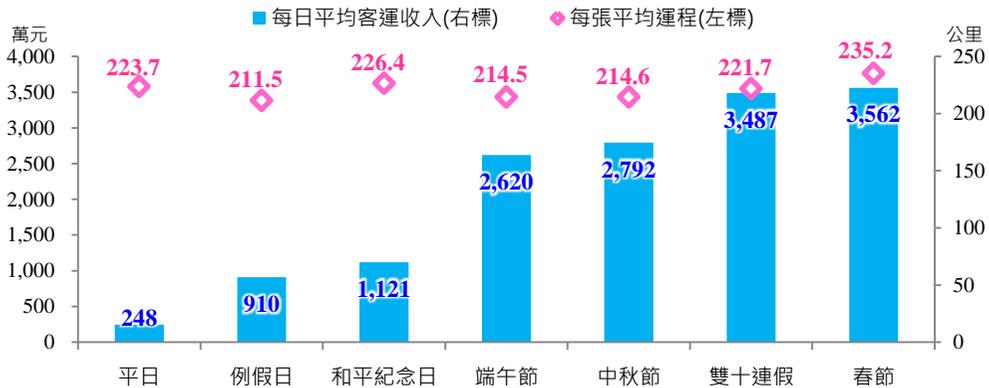


圖 18 隱性旅客之每日平均客票收入及每張平均運程—乘車日別

## 六、APP 線上退票優化功能之效果

### 6.1 APP 線上退票優化功能說明

臺鐵第四代票務資訊系統中 e 訂通 APP 上線初期(108 年 4 月)雖已能提供電子票券 QRCode 取票服務，但未能完善後續線上退票之功能，致訂票、購票、取票、退票等一系列訂購票流程無法完全於線上處理，易衍生旅客抱怨客訴之情事。臺鐵為提供便利友善的退票程序，持續優化 APP 訂票介面，已於 108 年 7 月 16 日 2.0 版新增線上退票功能，若已完成付款手續，無論是否已取票或分

票，皆可使用 APP 系統辦理線上刷退，費用會退還至原購票者之信用卡。採兩獨立母體比例之左尾檢定假設，探討提供 APP 線上退票功能後( $P_2$ )是否比提供前( $P_1$ )增加臺鐵 e 訂通 APP 之占比。

## 6.2 實證結果

鑑於旅客第一時間預訂火車票，一般會使用其最熟悉且便利之管道來預訂，尤其本研究之訂票未果資料更是屬於第一時間預訂票行為，故特別針對訂票未果資料之角度來觀察臺鐵 e 訂通 APP 提供線上退票功能前後之 APP 占比變化情形。就整體觀之，新增線上退票功能後 APP 占比已由 6.57% 上升至 8.30%，提升 1.73 個百分點；預訂平日車票，APP 占比由 4.77% 上升至 4.91%，提升 0.14 個百分點；預訂例假日車票，APP 占比由 6.91% 上升至 7.65%，提升 0.74 個百分點；預訂連續假期車票，APP 占比由 7.48% 上升至 10.67%，提升 3.19 個百分點。預訂不到首選車次者，於臺鐵 e 訂通 APP 提供線上退票優化功能後，有較多人會使用 APP 介面訂票，表示此項線上退票功能，對民眾而言較為便利，故吸引較多旅客由其他訂票系統介面轉為使用臺鐵 e 訂通 APP。

表 18 臺鐵 e 訂通 APP 之占比情形

108 年 4 月 23 日至 109 年 3 月 1 日

項目別	臺鐵 e 訂通 APP 之占比(%)		占比之差異 (個百分點)
	線上退票功能優化前	線上退票功能優化後	
整體	6.57	8.30	1.73
平日別	4.77	4.91	0.14
例假日別	6.91	7.65	0.74
連續假期別	7.48	10.67	3.19

檢定結果顯示，無論平日、例假日或連續假期間，預訂不到首選車次者，於 APP 提供線上退票優化功能後，APP 占比有顯著增加，顯見此功能已進一步提升臺鐵訂票服務品質。

表 19 APP 線上退票功能優化前後占比之檢定結果

108 年 4 月 23 日至 109 年 3 月 1 日

項目別	Z 統計量	$P_1 - P_2$ 之 95%信賴區間	顯著性(p-value)
整體	-46.5241	(-1.0000, -0.0167)	< 2.2e-16
平日別	-2.1016	(-1.0000, -0.0003)	0.01779
例假日別	-15.5127	(-1.0000, -0.0067)	< 2.2e-16
連續假期別	-34.0739	(-1.0000, -0.0305)	< 2.2e-16

## 七、結論與建議

### 7.1 結論

#### 7.1.1 隱性旅客屬性需求概況

- 1.第一時間預訂不到首選車次票的訂票未果資料(臺鐵第四代票務資訊系統上線日起至 109 年和平紀念日連續假期結束日止)，達 248 萬 8,323 筆，以官方網頁資料筆數占 89.0%最多，臺鐵 e 訂通 APP 占 7.8%次之，其餘均不及 3%。每筆預訂張數以預訂 1 張占 57.5%居首，預訂 2 張占 23.6%次之。
- 2.預訂不到首選車次之筆數，以普悠瑪占 38.8%最多，其次自強號占 34.7%，再次為太魯閣占 20.1%；平均每筆預訂張數，整體為 1.8 張，以復興號為 2.5 張居首，係因復興號於連續假期間加開東線優惠列車，吸引旅客搶訂，且連續假期通常會與親友結伴旅運所致。
- 3.預訂不到首選車次者，每日平均達 14,512 張，以不指定座位 13,930 張最多，親子車廂優先 324 張次之，再次為桌型座優先 252 張，靠窗及靠走道合計僅 6 張。顯示多數旅客訂購車票時僅在乎能否成功訂購到有座車票，尤其預訂 1 張者不會特別勾選靠窗或靠走道的偏好。除外，桌型座及親子車廂亦有其市場需求。
- 4.非普悠瑪列次仍有旅客勾選桌型座優先；連續假期不提供親子車廂服務，但連續假期間每日平均仍有 949 張車票勾選親子車廂優先。
- 5.本國籍及外國籍的資料筆數分別占 98.6%及 1.4%，而外國籍平均每筆預訂張數 2.1 張高於本國籍 1.8 張，可能與外籍旅客多為結伴旅遊有關。
- 6.依預約訂票時段觀之，最高峰發生於凌晨 0 點至 1 點間，第二個高峰為上午 9 點至 10 點間，係因臺鐵訂票系統開放時間為凌晨 0 點，而在早上 9 點時系統會重新釋放剩餘可售的車票。
- 7.預訂不到首選車次者之起站出發時段主要分為上午 7 點至 10 點間、下午 3 點至晚上 8 點間，其餘時段屬離峰時間。
- 8.旅客預訂三天連假車票，通常會於開賣後 40 分鐘內來預訂票，其占比已達當天 7 成以上，40 分後占比無明顯變動；而預訂四天以上連假之車票者，則通常會於 1 小時內來預訂票，其占比已達當天 7 成 5 以上，1 小時後占

比無明顯變動，相較三天連假，約多 20 分鐘。顯示假期天數較長，旅客開賣當日來預訂票的時間也會較長。

- 9.無論平日、例假日或連續假期，開放預訂期間每日平均需求缺口量約呈現 L 型，即開放預訂首日達最高峰之後明顯驟減，呈現水平直線，另平日或例假日之開放預訂期間，於乘車日前一週內需求缺口量稍微上升。
- 10.依各乘車日別之每日平均需求缺口量觀之，例假日約為平日的 3.9 倍；連續假期中，除 109 年和平紀念日受嚴重特殊傳染性肺炎疫情影響，每日需求缺口量約為平日的 4.5 倍外，其餘連續假期均為平日的 11 倍以上，尤以 108 年雙十節 14.2 倍最高，109 年春節為 13.7 倍次之。顯示假期天數較長，旅客訂不到票的情況加劇，需求缺口量亦越高。
- 11.線別之需求缺口量，西線為 115.6 萬張(25.4%)，東線為 340.5 萬張(74.6%)。由於東部仍以鐵路為主要聯外交通方式，故東線需求缺口量為西線的 2.9 倍。另外，東線平均每筆預訂張數 2.0 張亦高於西線 1.5 張。

### 7.1.2 搶票熱區及熱門車次

- 1.東、西線前 20 名搶票熱區分別以長運程及中運程最多。按預訂張數觀之，東線前四名之搶票熱區臺北→花蓮、花蓮→臺北、臺北→臺東及臺東→臺北分別為 35.4、32.2、18.4 及 14.5 萬張，其餘不及 7 萬張，而西線僅前二名之搶票熱區臺中→臺北(8.7 萬張)及臺北→臺中(7.3 萬張)超過 7 萬張。
- 2.外籍旅客前 20 名搶票熱區以中運程最多，其中以東線較多，已達 15 個；相異於整體，臺北⇄瑞芳、臺北⇄宜蘭、瑞芳⇄花蓮及高雄→臺東均名列於前 20 名，顯示外籍旅客對上述熱區亦有殷切需求。
- 3.依前 20 名熱門車次分析，東線及西線分別有 17 及 3 個熱門車次，其中有 2 列次為臺東實名制列車，2 列次為附掛於環島觀光列車之自由行車廂。按預訂張數觀之，以 280 次的訂票未果之預訂張數約達 13.5 萬張居首，其次 111 次的訂票未果張數約 13.1 萬張，再次依序為 408 次、412 次及 278 次分別為 13.1 萬、12.8 萬及 12.7 萬張，其餘列次不及萬張。
- 4.東線熱門車次中 408 次及 421 次為樹林往返臺東之直達車，中間僅停靠 3 站，故開行總時間在 4 小時內；另 280 次、278 次、283 次、324 次、285 次及 288 次等 6 列次，其起(訖)站為一端落於中南部經北(南)半環至東部

之跨線列次，顯見此型態車次亦有隱性旅運市場需求。

### 7.1.3 隱性旅客之客票收入概估

1. 臺鐵客票收入因第一時間預訂不到首選車次所造成瞬間流失情形，概估每日平均約 709.8 萬元，其中外籍旅客 10.8 萬元、新舊自強號 676.1 萬元。
2. 假期愈長其預訂不到首選車次所造成客票收入流失金額越多，其中 108 年雙十節(為 4 天連假)及 109 年春節(為 7 天連假) 概估客票收入各流失高達 3 千萬元以上。

### 7.1.4 APP 線上退票優化功能之效果

預訂不到首選車次者，於臺鐵 e 訂通 APP 提供線上退票優化功能後，APP 占比由 6.6% 上升至 8.3%，提升 1.7 個百分點；而預訂連續假期車票，APP 占比由 7.5% 上升至 10.7%，提升 3.2 個百分點。運用統計檢定方法，佐證預訂不到首選車次者，於 APP 提供退票功能後，APP 占比有顯著增加，顯示此功能之便利性已吸引較多旅客由其他訂票系統介面轉為使用 APP。

## 7.2 建議

### 7.2.1 適時重新檢視列車編組運用，切合隱性旅客之需求

經由實際分析預訂不到臺鐵首選車次的訂票未果資料，準確量化臺鐵隱性旅客各面向的需求缺口，形塑隱性旅客的多元需求樣貌，例如：連續假期的需求缺口量約為平日的 11 倍以上、東線需求缺口量為西線 2.9 倍等。科學化數據可提供業務單位未來新車購入後營運配置、列車排點等相關措施研擬之參酌，以切合隱性旅客的需求，俾留住隱性客源，再創營運佳績。

### 7.2.2 持續優化訂票系統介面，強化座位偏好功能選項友善服務

臺鐵雖長期存有運能不足及車廂老舊等問題，惟為滿足多元旅客需求，已戮力於現有運能推出平、例假日之推拉式自強號提供親子車廂服務，亦於普悠瑪列車提供桌型座位等友善服務。然而，由本分析結果得知上述措施仍有許多旅客不瞭解，例如：連續假期不提供親子車廂服務，但預訂連續假期車票時仍

有旅客勾選「親子車廂優先」;或是預訂非普悠瑪列次時仍會勾選「桌型座優先」等情事屢屢發生。

目前臺鐵第四代訂票系統並未針對所訂購之車次提供篩選相對應之座位偏好選項，致肇生旅客誤勾「親子車廂優先」或「桌型座優先」等情事。故為避免旅客誤判功能選項資訊，衍生後續引發之民怨，臺鐵宜針對第四代訂票系統之座位偏好介面再予以優化，以強化座位偏好功能選項友善性，俾提升臺鐵整體訂票服務品質。

### 7.2.3 提升優質鐵道運輸，活絡鐵道觀光經濟

2022 年將為鐵道觀光旅遊年，配合鐵道文化復興及環島鐵道路網建設，拓展與鐵道連結之旅遊觀光經濟，活絡周圍地方人文、自然與產業活動，透過鐵道邀請世界來臺觀光，使鐵道經濟蓬勃發展。

花東及支線地區向來為民眾所喜歡之熱門觀光景點，由本分析得知，外籍旅客搶票熱區前 20 名除臺北⇄花蓮、臺東外，其餘搶票熱區與整體旅客迥異處為：臺北⇄瑞芳、臺北⇄宜蘭、瑞芳⇄花蓮及高雄→臺東，顯示以上區間外籍旅客均有著殷切需求，故因應即將到來之鐵道觀光旅遊年，臺鐵亟需加強搶票熱區之鐵道輸運，例如：旅客欲前往平溪線旅遊，其轉乘車站多數選在瑞芳站，故整體正支線列車配置規劃宜儘量貼近或補足外籍隱性旅客的需求缺口，藉此亦可延伸活絡鐵道支線旅遊(例如:平溪線)，提供外國旅客優質旅遊饗宴。

## 參考文獻

1. 交通部(2017)，前瞻基礎建設—軌道建設 票務系統整合再造計畫 核定本，擷取日期：2020 年 1 月 6 日，網站：  
<https://event.motc.gov.tw/uploaddowndoc?file=metting/201707131422330.pdf&filedisplay=201707131422330.pdf&flag=doc>。
2. 張夏菁譯(2014)，R 錦囊妙計，初版，碁峰資訊股份有限公司，頁 249-250。
3. CF Jeff Lin(2005)，Two-Sample Test for Proportion，擷取日期：2020 年 1 月 6 日，網站：  
<https://web.ntpu.edu.tw/~cflin/Teach/BioST/2005C11TwoSamplePropPPT.pdf>。

## 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. 本刊為政府出版品，投稿文章同時授權予主管機關－文化部以及文化部所授權他人流通利用
4. 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。
5. 本刊稿件將送請委員評審建議，經查核通過後，即予刊登。
6. 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。
7. 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 Word 2003 以上中文版軟體)，以利編輯作業。
8. 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 217；傳真：02-28919584；E-mail：[0951044@railway.gov.tw](mailto:0951044@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，圖、表之說明文字分別置於圖、表之上方**靠左對齊**，如為引用須於下方註明詳細的資料來源，**表格若跨頁須在跨頁前註明「續下頁」**，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** 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 1 列，單行間距，第一行中文凸排 2 個字元，英文凸排 4 個字母。如：

### 一、**期刊文章**：

作者姓名（西元出版年）。標題。*期刊名稱*，卷（期），起訖頁數。

※期刊名、卷數需以**斜體字體**呈現，若該期刊無卷數時，則僅列期數且不需斜體，不需括號。

胡文郁、張雯雯、張榮珍、唐嘉君、蕭淑銖、呂宜欣（2020）。全球健康議題與護理研究之國際趨勢。*護理雜誌*，67（2），13-21。  
[https://doi.org/10.6224/JN.202004\\_67\(2\).03](https://doi.org/10.6224/JN.202004_67(2).03)

Gurkan, K. P., & Bahar, Z. (2020). Living with diabetes: Perceived barriers of adolescents. *The Journal of Nursing Research*, 28(2), e73.  
<https://doi.org/10.1097/jnr.0000000000000349>

### 二、**一本書**：

作者姓名（西元出版年）。書名（版次）。出版商。

※書名以**斜體字體**呈現，若有版次可列於書名之後，出版地不用寫。

簡莉盈，劉影梅（2017）。*實證護理學導論*（三版）。華杏。

Grady, P.A., & Hinshaw, A.S. (2017). *Using nursing research to shape healthy policy*. Springer.

### 三、**書的一章**：

※書名以**斜體字體**呈現，版次列於書名之後，出版地不用寫。

林元淑、黃靜微（2017）。新生兒及其護理。於陳月枝總校閱，*實用兒科護理*（八版，38-112 頁）。華杏。

Balsam, K.F., Martell, C.R., Jones, K.B., & Safren, S.A. (2019). Affirmative

cognitive behavior therapy with sexual and gender minority people. In G.Y. Iwamasa & P.A.Hays (Eds.), *Culturally responsive cognitive behavior therapy: Practice and supervision* (2nd ed.,pp. 287-314). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/0000119-012>

#### 四、**翻譯書**：

※原著作者(翻譯出版年)。 **翻譯書名**(譯者：版次)。 出版商。(原著出版年)

Bickley, L.S., & Szilagyi, P.G. (2017). *最新貝氏身體檢查指引*(劉禹葶譯; 11版). 合記。(原著出版於2013)

#### 五、**政府、機構、組織**：

※作者姓名(西元年，月日)。 **報告名稱** (文件號碼)。 出版者。 網址

衛生福利部疾病管制署(2020, 4月14日)。 **中央流行疫情指揮中心訂有「COVID 19 (武漢肺炎) 住院病人分艙及雙向轉診建議」**，籲請醫界朋友落實執行(疾病管制署致醫界通函第427 號)。

<https://www.cdc.gov.tw/Bulletin/Detail/rRy3FP5tFZgijnCguVvZoQ?typeid=48>

National Cancer Institute. (2018). *Facing forward: Life after cancer treatment* (NIH Publication No. 18-2424). U.S. Department of Health and Human Services, National Institutes of Health.

<https://www.cancer.gov/publications/patient-education/life-after-treatment.pdf>

資料來源: 台灣護理學會

[https://www.twna.org.tw/frontend/un02\\_papers/file/apa7\\_1090528\\_s.pdf](https://www.twna.org.tw/frontend/un02_papers/file/apa7_1090528_s.pdf)。

# 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。
3. 若論文全文有使用他人文章之部份，著作者本人擔保已取得著作權人版權所有者一切相關合法之授權與同意，且無抄襲剽竊侵害他人智慧財產權或不當引用之情事。

# 臺鐵 資料

季刊 第 376 期

---

發行人	祁文中
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	祁文中
副主任委員	杜微、馮輝昇、朱來順
總編輯	顏文忠
副總編輯	劉建良
主編	劉淑芬
編輯	劉英宗
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： <a href="http://www.railway.gov.tw">http://www.railway.gov.tw</a>
出版日期	中華民國 110 年 3 月
創刊日期	中華民國 52 年 10 月
封面圖片說明	EMU900 型試運轉
封面圖片攝影者	陳吉裕
印刷者	柏采實業有限公司 地址：222 新北市深坑區北深路三段 111 號 電話：02-26626535
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： <a href="http://www.govbooks.com.tw">http://www.govbooks.com.tw</a> 五南文化廣場 地址：40042 臺中市區中山路 6 號 電話：TEL：(04)22260330 網址： <a href="http://www.wunanbooks.com.tw">http://www.wunanbooks.com.tw</a>

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

# 臺鐵核心價值

安全

準確

服務

創新

團結

榮譽

ISSN 1011-6850



9 771011 685005

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

ISSN1011-6850  
定價：新台幣200元