

109- 087-2313

MOTC-IOT-108-EDB005

大數據分析技術進行鐵路供需診斷與 策略分析(1/2)-診斷模式軟體雛型之建置

著者：李宇欣、盧立昕、袁永偉、伍彥竹、許書耕、賴威伸
鄔德傳

交通部運輸研究所

中華民國 109 年 7 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

大數據分析技術進行鐵路供需診斷與策略分析
(1/2)-診斷模式軟體雛型之建置/李宇欣等著. --
初版. -- 臺北市：交通部運研所，民 109.7
面；公分
ISBN 978-986-531-162-9(平裝)

1. 運轉資源 2. 整數規劃

557

106014987

大數據分析技術進行鐵路供需診斷與策略分析(1/2)-診斷模式軟體雛型之建置

著者：李宇欣、盧立昕、袁永偉、伍彥竹、許書耕、賴威伸、鄔德傳

出版機關：交通部運輸研究所

地址：105004 臺北市松山區敦化北路 240 號

網址：www.iot.gov.tw (中文版>數位典藏>本所出版品)

電話：(02)2349-6789

出版年月：中華民國 109 年 7 月

印刷者：長達印刷有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 60 冊

書同時登載於交通部運輸研究所網站

定價：160 元

展售處：

交通部運輸研究所運輸資訊組・電話：(02)2349-6789

國家書店松江門市：104472 臺北市中山區松江路 209 號・電話：(02)2518-0207

五南文化廣場：400002 臺中市區中山路 6 號・電話：(04)2226-0330

GPN：1010900880 ISBN：978-986-531-162-9 (平裝)

著作財產權人：中華民國（代表機關：交通部運輸研究所）

本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部分內容者，須徵求交通部運輸研究所書面授權。

交通部運輸研究所合作研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：大數據分析技術進行鐵路供需診斷與策略分析(1/2)-診斷模式軟體雛型之建置			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN 978-986-531-162-9(平裝)	政府出版品統一編號 1010900880	運輸研究所出版品編號 109- 087-2313	計畫編號 108-EDB005
本所主辦單位：運輸工程組 主管：許書耕 計畫主持人：許書耕 研究人員：賴威伸、鄔德傳 聯絡電話：(02)2349-6827 傳真號碼：(02)2545-0427	合作研究單位：財團法人成大研究發展基金會 計畫主持人：李宇欣 研究人員：盧立昕、袁永偉、伍彥竹 地址：臺南市大學路1號 連絡電話：(06)275-7575		研究期間 自 108 年 4 月 至 108 年 12 月
關鍵詞：鐵路、最佳化、運轉資源、整數規劃、供給需求			
摘要： 本計畫針對臺灣傳統鐵路系統開發一套有系統的方法以整合鐵路系統之需求與供給，其目標為可得到適當貼近旅客需求之列車服務計畫。為此本計畫開發 6 組模式：(1) 需求模式，用以整合高解析度之歷史售票紀錄與運輸規劃預估。(2) 供給模式，用以在路線容量、可用車輛編組、以及可用乘務人力限制下，求解最佳化的服務計畫。(3) 乘客選擇行為模擬模式，使用系統模擬技術以模擬乘客選擇車次之過程及互動。(4) 乘客選擇參數校估模式，用以校估乘客偏好之權重係數值。(5) 解衝突模式，用以排除服務計畫中之列車衝突而得到無衝突表。(6) 系統運轉模擬模式，用以呈現鐵路系統實際依班表上線運轉時之可能狀況。本階段已完成前 4 組模式之開發與實作，經數值測試結果良好。			
出版日期	頁數	定價	本 出 版 品 取 得 方 式
109 年 7 月	140	160	凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS
INSTITUTE OF TRANSPORTATION
MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS

TITLE: Railway Supply and Demand Diagnosis and Strategy Analysis with Big Data Technology (1/2) – Development of the Diagnostic Model Software Prototype			
ISBN(OR ISSN) ISBN 978-986-531-162-9 (pbk.)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1010900880	IOT SERIAL NUMBER 109- 087-2313	PROJECT NUMBER 108-EDB005
DIVISION: Operations and Management Division DIVISION DIRECTOR: Shu-Keng Hsu PRINCIPAL INVESTIGATOR: Shu-Keng Hsu PROJECT STAFF: Wei-Shen Lai, Deh-Juan Hu PHONE: 886-2-23496827 FAX: 886-2-25450427			PROJECT PERIOD FROM April 2019 TO December 2019
RESEARCH AGENCY: NCKU Research and Development Foundation PRINCIPAL INVESTIGATOR: Yusin Lee PROJECT STAFF: Li-Sin Lu, Yune-Wei Yuan, Yen-Chu Wu ADDRESS: 1 University Road, Tainan 701, Taiwan. PHONE: 886-6-2757575			
KEY WORDS: Railway, Optimization, Operation Resource, Integer Programming, Supply and Demand			
ABSTRACT: This Plan is to develop a systematic method for integrating the supply and demand of the railway system for the traditional railway system in Taiwan. Its goal is to obtain a train service plan that is appropriately close to the needs of passengers. For this reason, this Plan develops 6 sets of Modes: (1) Demand Mode is to integrate high-resolution historical ticket sales records and transportation planning estimates. (2) The Supply Mode is used to solve the optimized service plan under the constraints of route capacity, available vehicle grouping, and available crew manpower. (3) Passenger Selection Behavior Simulation Mode is to use the system simulation technology to simulate the process and interaction of passenger in selecting the train numbers. (4) Passenger Selection Parameter Estimation Mode is used to estimate the passenger's preferred weight coefficient value. (5) Conflict Resolution Mode is used to eliminate the train conflicts in the service plan and obtain a conflict-free list. (6) System Operation Simulation Mode is used to present the possible situations of the railway system when it actually operates on line according to the train schedule. At this stage, the development and implementation of the first 4 sets of models have been completed, and the results of numerical tests are good.			
DATE OF PUBLICATION July 2020	NUMBER OF PAGES 140	PRICE 160	
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

目 錄

目 錄.....	III
圖 目 錄.....	V
表 目 錄.....	VII
第一章 緒論.....	1
1.1 前言	1
1.2 計畫目的及研究範圍.....	2
1.3 本報告書結構.....	3
第二章 文獻回顧	5
2.1 方法論.....	5
2.1.1 國外文獻.....	5
2.1.2 本所相關研究.....	7
2.2 臺鐵現況.....	8
2.3 臺鐵相關計畫.....	16
2.3.1 臺鐵局班表分析相關報告書回顧.....	16
2.3.2 臺鐵南迴臺東潮州段電氣化計畫.....	17
2.3.3 成功追分段鐵路雙軌化.....	23
2.3.4 第四代票務系統建置.....	25
2.3.5 臺鐵電務智慧化提升計畫.....	27
2.3.6 臺南鐵路地下化.....	27
2.3.7 嘉義鐵路高架化.....	29
2.3.8 花東效能提升計畫.....	31
2.3.9 北宜鐵路提速工程計畫.....	31
2.3.10 花東電氣化計畫.....	31
2.3.11 屏潮計畫.....	32
2.3.12 林邊計畫.....	32
2.3.13 東改計畫.....	32
2.3.14 東改後續計畫.....	33
2.3.15 車輛採購計畫.....	33

第三章	鐵路供需剖析	35
3.1	運輸供給.....	35
3.2	運輸需求.....	37
3.3	乘客選擇行為.....	38
3.4	供需分析規劃之整合.....	39
第四章	數據資料	45
4.1	臺鐵班表資料.....	45
4.2	臺鐵第三代票務系統紀錄	51
4.3	臺鐵第四代票務系統紀錄	54
4.4	股道佈設資料.....	56
第五章	分析模式	59
5.1	需求模式.....	59
5.2	供給模式.....	65
5.3	乘客選擇行為模擬模式	72
5.4	乘客選擇參數校估模式	74
5.5	解衝突模式.....	79
5.6	系統運轉模擬模式.....	84
第六章	軟體雛型	87
6.1	資料整合.....	87
6.2	平臺架構初探.....	90
第七章	測試案例	93
7.1	測試說明.....	93
7.2	測試內容.....	101
7.3	乘客參數校估.....	101
7.4	服務計畫.....	105
7.5	結果討論.....	108
第八章	結論與建議	111
8.1	結論.....	111
8.2	建議.....	113
參考文獻.....		117
附錄 1、期中報告審查意見處理情形表		121
附錄 2、期末報告審查意見處理情形表		127

圖目錄

圖 2.1 臺灣鐵路營運路線圖.....	11
圖 2.2 熱圖示例.....	17
圖 2.3 枋寮站股道圖.....	18
圖 2.4 加祿站股道圖.....	18
圖 2.5 內獅站股道圖.....	19
圖 2.6 枋山站股道圖.....	19
圖 2.7 枋野站股道圖.....	19
圖 2.8 中央號誌站股道圖.....	20
圖 2.9 古莊站股道圖.....	20
圖 2.10 大武站股道圖.....	20
圖 2.11 瀧溪站股道圖.....	21
圖 2.12 金崙站股道圖.....	21
圖 2.13 太麻里站股道圖.....	21
圖 2.14 知本站股道圖.....	22
圖 2.15 康樂站股道圖.....	22
圖 2.16 南迴線路線容量.....	23
圖 2.17 成追線雙線化後之股道佈置圖.....	24
圖 2.18 臺南鐵路地下化施工範圍圖.....	28
圖 2.19 臺南站股道圖.....	28
圖 2.20 嘉北站股道圖.....	29
圖 2.21 嘉義站股道圖.....	29
圖 2.22 嘉北站未來月臺及股道圖.....	30
圖 2.23 北回歸線站月臺及股道圖.....	30
圖 2.24 嘉義站月臺及股道圖.....	30
圖 3.1 虛擬列車之車上人數.....	36
圖 3.2 虛擬列車某路段擁擠之 2 種可能原因.....	36
圖 3.3 鐵路供需分析規劃整合流程圖.....	40
圖 4.1 107 年 4 月 10 日臺北站=蘇澳站間列車種類統計	50
圖 4.2 107 年 4 月 10 日蘇澳新站=花蓮站間列車種類統計	50
圖 4.3 107 年 4 月 10 日花蓮站=臺東站間列車種類統計	50
圖 4.4 107 年 4 月 10 日臺北站=新竹站間列車種類統計	51
圖 4.5 臺鐵立桿式驗票機(保安站).....	53
圖 4.6 臺鐵閘門式驗票機(臺南站).....	53
圖 4.7 臺鐵行控中心股道佈設圖示例.....	57
圖 4.8 列車路徑示例.....	58

圖 5.1 基年資料示例.....	62
圖 5.2 標竿起迄量/成長率資料示例	63
圖 5.3 目標年分起迄站預估資料示例.....	64
圖 5.4 目標年分時預估資料示例.....	64
圖 5.5 臺鐵配位資料示例.....	66
圖 5.6 參數評估流程圖.....	77
圖 5.7 參數校估流程圖.....	78
圖 5.8 參數校估收斂過程.....	79
圖 6.1 資料檔標準格式示意圖.....	89
圖 6.2 OD 檔標準格式示意圖	89
圖 6.3 軟體操作功能架構示意圖.....	91
圖 6.4 軟體架構示意圖.....	91
圖 7.1 OD 需求熱圖(108 年 3 月 17 日數據僅東部).....	100
圖 7.2 目的站人數長條圖(108 年 3 月 17 日數據僅東部).....	100

表目錄

表 2-1 臺鐵機務段、分段、分駐所	9
表 2-2 臺鐵車班組	9
表 2-3 臺鐵車站清單	12
表 4-1 108 年 7 月 1 日臺鐵真實班表統計資料(分車種).....	47
表 4-2 108 年 7 月 1 日臺鐵真實班表統計資料(分牽引種別).....	48
表 4-3 108 年 7 月 1 日臺鐵真實班表統計資料(列車次數).....	49
表 4-4 DWH 系統各主要票種內容摘要	52
表 4-5 臺鐵第四代票務系統相關欄位	54
表 5-1 模式簡例之基年起迄量	62
表 5-2 模式推估之簡例起迄量	64
表 6-1 軟體模組所相關資料型態整理	87
表 6-2 臺鐵北迴線車站基準碼	90
表 7-1 108 年 3 月 17 日(星期日)運行範圍及於東部之自強號清單.....	94
表 7-2 108 年 3 月 28 日(星期四)運行範圍及於東部之自強號清單.....	96
表 7-3 乘客選擇參數(108 年 3 月 24 日星期日參數 A).....	102
表 7-4 乘客選擇參數(108 年 3 月 24 日星期日參數 B).....	103
表 7-5 乘客選擇參數(108 年 3 月 21 日星期四參數 A).....	103
表 7-6 乘客選擇參數(108 年 3 月 21 日星期四參數 B).....	104
表 7-7 108 年 3 月 3 日(星期日)模擬比較.....	105
表 7-8 108 年 3 月 14 日(星期四)模擬比較.....	105
表 7-9 停靠模式選擇	106
表 7-10 規劃乘載率與模擬乘載率差異統計(108 年 3 月 17 日星期日).....	107
表 7-11 規劃乘載率與模擬乘載率差異統計(108 年 3 月 28 日星期四).....	108

第一章 緒論

1.1 前言

前瞻基礎建設特別條例業於 106 年 7 月 7 日由總統公布施行，其中前瞻軌道建設涵蓋高鐵臺鐵連結成網、臺鐵升級及改善東部服務、鐵路立體化或通勤提速、都市推捷運及中南部觀光鐵路五大推動主軸。於第 2 期行政院將編列 411.87 億元，重點項目包含辦理花東鐵路雙軌化、新竹大車站平臺等計畫。爰此，軌道建設在公共運輸上將扮演更重要的角色。

依據前瞻基礎建設特別條例所勾勒之藍圖，我國在未來這幾年將執行多項軌道相關建設。然而鐵路是不可分割的系統，其中所有部分環環相扣，相互影響。在同一個臺鐵系統中執行多項建設時，交通部及相關單位宜針對臺鐵系統之供給、需求及運轉，進行整體評估。然而各國鐵路系統各有其特性，我國臺鐵系統亦不例外。為協助交通部及相關單位政策研擬，並研發交通部運輸研究所(以下簡稱本所)辦理相關工程經費審議之政策工具，本所規劃於 108~109 年辦理 2 年期之科技研究「大數據分析技術進行鐵路供需診斷與策略分析」(以下簡稱「本計畫」)，利用大數據分析技術並建立診斷模式軟體，以引領鐵路發展並達成節能減碳之政策目標。

本計畫以臺鐵系統為主要研究範圍，於第 1 年期將以臺鐵系統東部為研究範圍之核心，而於第 2 年期則擴及於臺鐵全系統(包含本線及支線)。重要性之一，是將提供交通部、本所、臺灣鐵路管理局(以下簡稱臺鐵局)、及其他相關單位一個由系統面之整體評估臺鐵系統供給、需求與運轉之方法架構，以及實作之軟體系統雛型。考量前瞻軌道基礎建設中含有多項鐵路相關建設工程，不但將同時影響臺鐵系統之運轉，而且彼此之間亦可能有相互影響之情形。因此辦理本計畫，將可研發從臺鐵全系統之高度，診斷、檢視、分析臺鐵全系統供

需能力之軟體工具，並產生跨專案整合評估之效益，對於各不同建設案之整合協調、整體評估，預期將產生相當之助益。

1.2 計畫目的及研究範圍

本計畫之主要目的在協助交通部及相關單位政策研擬，並研發辦理相關工程經費審議之政策工具。

本計畫於第 1 年期之研究範圍如下。

1. 以臺鐵系統東部為核心，利用大數據分析技術進行鐵路供需診斷。
2. 蒐集並有系統整理臺鐵近 3 年售票紀錄。
3. 蒐集並有系統整理臺鐵近 3 年每日班表資料。
4. 研發模擬考量旅客運輸需求的運能供給求解模式功能模組。
5. 結合本所過去之研發成果，納入列車自動解衝突相關技術，開發離型軟體，研發模擬考量旅客運輸需求的運能供給求解模式功能模組。
6. 進行運能供給最佳化、建設計畫運能改善效益評估等情境分析，以協助政策研擬並作為鐵路相關工程經費審議之政策工具。

本計畫於第 2 年期之研究範圍如下。

1. 將所蒐集之臺鐵售票紀錄擴充至 109 年 11 月底之範圍。
2. 研析納入臺鐵第四代票務系統售票紀錄之方式。

3. 將第 1 年之成果，由臺鐵系統東部擴充至臺鐵本線、支線全系統。

1.3 本報告書結構

本報告書結構包含第一章敘述計畫背景；第二章回顧相關文獻與資料；第三章剖析鐵路之供給與需求性質及互動；第四章說明進行供需診斷分析所需要之數據資料；第五章則說明本研究針對供需診斷分析所構建之 6 組模式；第六章說明軟體雛型之構想；第七章呈現整合測試之結果；最後第八章為結論與建議。

第二章 文獻回顧

2.1 方法論

本節分別回顧相關國外及國內與本計畫相關方法論之學術文獻，其中國內部分與本計畫相關主要係本所過去相關研究。國外及國內相關方法論文獻分述如后。

2.1.1 國外文獻

本計畫跨越需求與供給，需要應用不同領域的多種複雜技術。本計畫以真實應用為目標，與多數學術文獻以學術貢獻、研究方法創新為導向之目標有所差異。以下將對各種技術領域，分別簡要回顧過往之學術文獻。

1. 以需求量求解服務計畫相關文獻

在此領域，Cordone and Redaelli^[1]開發模式以求解規格化服務計畫。其模式使用羅吉特模式以描述旅客之運具選擇行為，並據以求解可吸引最多乘客人數之規格化班表，惟此模式並未完整納入分時需求。在另一方面，Niu 與 Zhou^[2]針對市區鐵路構建模式以考慮分時起迄需求而求解最佳化之班表，然而因為未納入股道佈設考量，該模式並無法分析複雜的列車追越行為以及多車種之狀況。其後，Niu 等人^[3]則提出非線性整數規劃模式以求解極小化乘客等待時間的服務計畫。在捷運系統方面則有 Barrena 等人^[4]所提出之模式，同樣求解乘客等待時間最小化之服務計畫。這些研究多聚焦於供給面，嘗試求解達到運輸目標之鐵路系統服務計畫，但均忽略了鐵路系統所擁有的運轉資源之限制。

2. 自動解衝突相關文獻

自動解衝突技術具有相當學術重要性，亦有相當商業價值。因此過去 20 年來許多學者在政府、鐵路公司大力支持下獲得可觀成果，再加上資訊技術快速進步之影響，使得晚近文獻較早期大幅接近真實應用之境界。本領域最早之研究有 Frank^[5]對單線、雙向運轉鐵路之研究，但距實用仍有相當之距離。開始接近實用能力之成果於 1990 年代開始出現，其中 Carey 及其研究團隊之系列研究^[6-10]，即對後來之研究有其影響，然而其成果仍未能達到實用能力。主要癥結在於是否可具體納入股道佈設對於模式開發之難度具有關鍵性影響。真實鐵路之股道佈設千變萬化，予以簡化(例如將所有股道佈設型式歸納為少數型式，或予更高度簡化)雖可達到簡化問題之目的，但也同時對成果之實用性造成根本限制^[11]。文獻中 Lee and Chen^[12]即提出將股道佈設型態予以有系統模式化，同時求解班表與股道分配之方法。此成果亦成為後續模式^[13]之參考。另一類簡化問題之方法則為求解規格化班表，經由每小時重複循環之班表結構，有效縮小問題規模。過往文獻中 Caimi 等人^[14]、Caimi 等人^[15]、Serafini and Ukovich^[16]、及 Liebchen and Peeters^[17]均採用此方法發展其班表求解模式。

3. 運轉模擬分析相關文獻

班表對鐵路系統之服務能力以及準點狀況有著複雜而根本的影響^[18]。由於其間之關係甚為複雜，因此過往文獻多以班表為基礎，而進行運轉模擬作為主要研究方法。其中歐洲之荷蘭、英國、瑞士及其他國家之鐵路系統對此方面之研究不遺餘力^[19]，亦獲得良好之結果。而文獻亦顯示班表對鐵路系統之影響亦及於運轉效率以及路線容量^[20]。較晚近之研究則有將穩定度納入模式中合併求解之方法^[21]，但其方法仍以類似模擬之方式為主。此外，Meng^[22]等人提出網路模式以取代運轉模擬，但其模式之本質仍為時間推移，基本上與運轉模擬相當接近。

2.1.2 本所相關研究

本所過去多年來有系統進行鐵路系統自動排點技術之相關研究，獲得相當之成果。這些研究除了開發了自動排點核心技術外，並及於探討支持自動排點技術實用化所需要之資料內容及資料庫結構。這些成果可作為本研究自動排除班表衝突相關需求之用。以下分項簡述過往相關研究成果。

1. 臺鐵車輛排程最適化之研究^[23]

本項研究屬較早期之探索性質，其目的在嘗試尋求發展自動化排點技術之可行方向。該研究成果雖然僅能求解極小規模之問題，且僅能考慮單方向之行車，但其成果顯示開發具有實用能力之自動排點技術並非遙不可及。

2. 臺鐵包車營運需求下列車班表之研究^[24]

本項研究迴避了全面求解臺鐵真實規模班表之技術障礙，以臨時列車為範疇，開發了將新增車次排入既有背景班表之新數學技術。其成果克服了一部分困難，同時亦凸顯鐵路系統排點自動化技術在實用化之前，必須先有系統備妥完整資料參數之事實。

3. 鐵路列車排程模式建立及運行資料分析校估之研究^[25]

本項研究成果確認了自動排點技術應用於臺鐵系統之可能性，同時亦擘劃自動排點系統所需之複雜資料與參數架構。此外亦確認除了良好的資料模型之外，相關資料庫亦為支持自動排點系統的必備條件。

4. 鐵路列車排程參數蒐整建置及架構分析之研究^[26]

本項研究成果聚焦於實務資料與參數之蒐整，並得到有系統組織這些複雜資料的方法。

5. 鐵路系統設施基本資料庫建置之研究^[27]

本項研究全面盤點臺鐵設施之相關資料，並提出有系統的方法以在資訊系統中收納這些相當多樣化之資料。

6. 鐵路系統設施基本資料庫建置之擴充^[28]

本項研究探討臺鐵基本資料之資料庫作為決策支援系統時所應具有之能力以及應具備之條件。

7. 鐵路列車自動化排點系統建置之研究^[29]

本項研究以前述成果為基礎，首次嘗試將自動排點技術導入實用階段。本研究確認了所累積之成果已經足以形成具有實用能力之自動化排點系統所需。

8. 鐵路列車自動化排點系統功能擴充與推廣應用^[30]

本項研究由核心技術、參數資料、使用者介面、導入程序、各界合作推動等各面向，肯定了自動化排點技術之價值及其必要性，並勾勒出實際導入業界成為決策輔助系統之行動藍圖。

2.2 臺鐵現況

臺鐵局維運全國規模最大、歷史最久之鐵路系統。與國際其他傳統鐵路系統相較，臺鐵系統之規模並不算大，但卻具有相當之複雜程度。本節對臺鐵系統之說明將聚焦於本計畫直接相關之部分，亦即人、車、路等各項主要運轉資源，以及服務型態及票務系統。

1. 乘務人力

依據臺鐵局官網資料，於 107 年度預算員額為 16,452 人。其中與本計畫直接相關者為乘務人員，亦即司機員及列車長。這些人力資源將直接關係到臺鐵系統提供運能之能力。目前臺鐵共有

司機員編制約 1,230 人(實有約 1,120 人)，分屬各機務段、機務分段及機務分駐所等。其組織編制如表 2-1 所示。

表 2-1 臺鐵機務段、分段、分駐所

機務段	機務分段	機務分駐所	檢車段	機廠
花蓮	臺東			花蓮
七堵	宜蘭			
臺北			臺北	臺北(富岡)
新竹		南新竹、苗栗		
彰化		二水		
嘉義				
高雄	左營		高雄	高雄

資料來源：臺鐵局

在列車長方面，臺鐵局現有員額為 985 人(含行政院已同意增員額但編制表尚未核定之部分)，分屬各運務段，再區分為基隆、臺北、新竹、彰化、嘉義、高雄、宜蘭、花蓮各車班組。其組織編制整理於表 2-2。

表 2-2 臺鐵車班組

運務段	車班組
臺北	基隆、臺北、新竹
臺中	彰化
高雄	嘉義、高雄
宜蘭	宜蘭
花蓮	花蓮

資料來源：訪談整理

2. 車輛編組

目前臺鐵全系統共擁有各式車輛約 4,300 輛，其中各式動力機車 260 輛、貨車約 1,700 輛、客車約 2,340 輛。這些客車多配

屬各機務段，執行各種車次任務。臺鐵之車輛種類甚多，為運轉複雜的重要原因之一。

3. 營業里程及車站

臺鐵之路線計有本線 970 公里，以及 7 條支線共計約 90 公里，合計約 1,060 公里，並設有特等、一等站、二等站、三等站、甲/乙/丙種簡易站、招呼站及號誌站，共計 256 處車站。其營運路線如圖 2.1 所示，所有車站之清單整理於表 2-3。該表整理了臺鐵所有車站之中文名稱、第四代票務系統編碼、第三代票務系統編碼、以及 IC 卡代碼。於第三代票務系統中，除了悠遊卡資料使用 IC 卡代碼外，其餘所有票種均使用第三代票務系統編碼。在目前臺鐵系統除了極少數支線路段外，均已全面號誌化，行車均由行車控制中心所指揮調度。該中心位於臺鐵大樓(臺北車站)內，隸屬綜合調度所。



資料來源：臺鐵局

圖 2.1 臺灣鐵路營運路線圖

表 2-3 臺鐵車站清單

車站名稱	第四代 站代碼	第三代 站代碼	IC 卡 代碼	車站名稱	第四代 站代碼	第三代 站代碼	IC 卡 代碼
基隆	900	92	1	大湖	4290	178	102
三坑	910	224	2	路竹	4300	179	103
八堵	920	93	3	岡山	4310	180	104
七堵	930	94	4	橋頭	4320	181	105
百福	940	261	18	楠梓	4330	183	106
五堵	950	95	5	新左營	4340	288	107
汐止	960	96	6	左營	4350	184	108
汐科	970	262	19	內惟	4360	332	
南港	980	97	7	美術館	4370	333	
松山	990	98	8	鼓山	4380	334	110
臺北	1000	100	9	三塊厝	4390	336	
萬華	1010	101	10	高雄	4400	185	109
板橋	1020	102	11	高雄港	4402	335	
浮洲	1030	264	30	民族	4410	337	
樹林	1040	103	12	科工館	4420	338	
南樹林	1050	265		正義	4430	339	
山佳	1060	104	13	鳳山	4440	186	111
鶯歌	1070	105	14	後庄	4450	187	112
桃園	1080	106	15	九曲堂	4460	188	113
內壢	1090	107	16	六塊厝	4470	189	114
中壢	1100	108	17	屏東	5000	190	115
埔心	1110	109	20	歸來	5010	191	116
楊梅	1120	110	21	麟洛	5020	192	117
富岡	1130	111	22	西勢	5030	193	118
新富	1140	270		竹田	5040	194	119
北湖	1150	271	55	潮州	5050	195	120
湖口	1160	112	23	崁頂	5060	196	121
新豐	1170	113	24	南州	5070	197	122
竹北	1180	114	25	鎮安	5080	198	123
北新竹	1190	237	32	林邊	5090	199	124
千甲	1191	238	52	佳冬	5100	200	125
新莊	1192	239	53	東海	5110	201	126
竹中	1193	241	231	建興	5115	202	
六家	1194	240	54	枋寮	5120	203	127
上員	1201	242	232	加祿	5130	204	128
榮華	1202	249		內獅	5140	205	129
竹東	1203	243	233	枋山	5160	206	130
橫山	1204	244	234	枋野	5170	207	131
九讚頭	1205	245	235	大武	5190	211	134
合興	1206	246	236	瀧溪	5200	213	136
富貴	1207	247	237	多良	5205	214	137
內灣	1208	248	238	金崙	5210	215	138
新竹	1210	115	26	太麻里	5220	217	140
三姓橋	1220	273		知本	5230	219	143
香山	1230	116	33	康樂	5240	220	144

表 2-3 臺鐵車站清單

車站名稱	第四代 站代碼	第三代 站代碼	IC 卡 代碼	車站名稱	第四代 站代碼	第三代 站代碼	IC 卡 代碼
崎頂	1240	117	34	臺東	6000	4	145
竹南	1250	118	35	山里	6010	6	148
談文	2110	119	215	鹿野	6020	8	149
大山	2120	120	216	馬蘭	6027	2	
後龍	2130	121	217	舊臺東	6028	1	
龍港	2140	122	218	瑞源	6030	9	150
白沙屯	2150	123	219	瑞和	6040	10	151
新埔	2160	124	220	月美	6045	11	152
通霄	2170	125	221	關山	6050	12	153
苑裡	2180	126	222	海端	6060	14	
日南	2190	127	223	池上	6070	15	155
大甲	2200	128	224	富里	6080	18	156
臺中港	2210	129	225	東竹	6090	20	157
清水	2220	130	226	東里	6100	22	158
沙鹿	2230	131	227	安通	6103	23	
龍井	2240	132	228	玉里	6110	25	160
大肚	2250	133	229	大禹	6115	26	
追分	2260	134	230	三民	6120	27	161
造橋	3140	135	36	瑞穗	6130	29	162
豐富	3150	274	37	瑞北	6135	30	
舊豐富	3155	136		富源	6140	31	164
苗栗	3160	137	38	大富	6150	32	165
南勢	3170	138	39	光復	6160	34	166
銅鑼	3180	139	40	萬榮	6170	35	167
三義	3190	140	41	鳳林	6180	36	168
勝興	3192	141		南平	6190	37	169
泰安	3210	142	42	林榮新光	6200	38	
后里	3220	143	43	溪口	6205	39	170
豐原	3230	144	44	豐田	6210	40	171
栗林	3240	275		壽豐	6220	41	172
潭子	3250	145	45	平和	6230	42	173
頭家厝	3260	276		志學	6240	43	174
松竹	3270	277		千城	6245	44	
太原	3280	225	46	吉安	6250	45	175
精武	3290	278		花蓮港	6256	260	
臺中	3300	146	47	花蓮	7000	51	176
五權	3310	279		北埔	7010	52	177
大慶	3320	223	48	景美	7020	53	178
烏日	3330	147	49	新城	7030	54	179
新烏日	3340	280	50	崇德	7040	55	180
成功	3350	148	51	和仁	7050	56	181
彰化	3360	149	68	和平	7060	57	182
花壇	3370	150	69	漢本	7070	58	183
大村	3380	227	70	武塔	7080	60	184
員林	3390	151	71	南澳	7090	62	185
永靖	3400	152	72	東澳	7100	63	186
社頭	3410	153	73	永樂	7110	64	187

表 2-3 臺鐵車站清單

車站名稱	第四代 站代碼	第三代 站代碼	IC 卡 代碼	車站名稱	第四代 站代碼	第三代 站代碼	IC 卡 代碼
田中	3420	154	74	永春	7115	65	
二水	3430	155	75	蘇澳	7120	66	251
源泉	3431	251	239	蘇澳新	7130	67	189
濁水	3432	252	240	新馬	7140	68	190
龍泉	3433	253	241	冬山	7150	69	191
集集	3434	254	242	羅東	7160	70	192
水里	3435	255	243	中里	7170	71	193
車埕	3436	256	244	二結	7180	72	194
林內	3450	156	76	宜蘭	7190	73	195
石榴	3460	157	77	四城	7200	74	196
斗六	3470	158	78	礁溪	7210	75	197
斗南	3480	159	79	頂埔	7220	76	198
石龜	3490	160	80	頭城	7230	77	199
大林	4050	161	81	外澳	7240	78	200
民雄	4060	162	82	龜山	7250	79	201
嘉北	4070	228	83	大溪	7260	80	202
嘉義	4080	163	84	大里	7270	81	203
水上	4090	164	85	石城	7280	82	204
南靖	4100	165	86	福隆	7290	83	205
後壁	4110	166	87	貢寮	7300	84	206
新營	4120	167	88	雙溪	7310	85	207
柳營	4130	168	89	牡丹	7320	86	208
林鳳營	4140	169	90	三貂嶺	7330	87	209
隆田	4150	170	91	大華	7331	231	245
拔林	4160	171	92	十分	7332	232	246
善化	4170	172	93	望古	7333	233	247
南科	4180	282	94	嶺腳	7334	234	248
新市	4190	173	95	平溪	7335	235	249
永康	4200	174	96	菁桐	7336	236	250
大橋	4210	226	97	猴硐	7350	88	210
臺南	4220	175	98	瑞芳	7360	89	27
保安	4250	176	99	海科館	7361	291	58
仁德	4260	281	100	八斗子	7362	292	
中洲	4270	177	101	深澳	7363	290	
長榮大學	4271	283	252	四腳亭	7380	90	28
沙崙	4272	284	253	暖暖	7390	91	29

資料來源：臺鐵局

4. 第三代票務系統

臺鐵第三代票務資訊系統之資料倉儲模組為 Data Ware House，通常簡稱為 DWH 系統。該系統採用 NEC

IPX7800/ACOS/SAP 主機，於 94 年建置完成。在運轉期間並經過陸續擴充功能及增加周邊系統。臺鐵售票、退票、乘車變更、訂票、各地付款及取票等票務作業，以及列車長座位資訊下載等均在該系統進行。其後臺骨幹為一大型關聯式資料庫，由約 200 個資料表所組成。

5. 第四代票務系統

臺鐵局於 105 年開始執行「票務系統整合再造計畫-票務核心系統建置」專案，著手建置第四代票務系統，目的在增進票務作業效率、提升服務品質與效能、並支援未來多元化之營運模式及異業協同合作，以增加營運競爭力。臺鐵局第四代票務系統涵蓋了軟體及硬體。在軟體方面，其資訊系統之主要功能計有下列：

- (1) 旅客綜合入口網。
- (2) 窗口服務。
- (3) 語音訂票。
- (4) 行動服務(包含旅客行動服務、車長行動服務、主管行動服務應用)。
- (5) 票務管理。
- (6) 站務管理。
- (7) 便當/商品服務。
- (8) 系統營運管理(帳號權限管理、功能與參數設定、營運指標儀表版)。
- (9) 共用服務。

(10)智慧營運管理與資料倉儲(營運規劃與收益管理、決策支援與商業智慧、客戶關係管理)。

(11)介接平臺(包含內/外部資訊交換平臺、Open Data、合作業者介接平臺、周邊設備系統介接、新發包周邊設備介接)。

(12)服務監控平臺(雲端環境管理、資安監控)。

而在硬體及系統軟體方面，則包含了伺服器、儲存設備、作業系統、中介軟體等系統設施，以及機房設施之建置。該系統已於 108 年上線運轉，目前已取代第三代票務(DWH)系統。

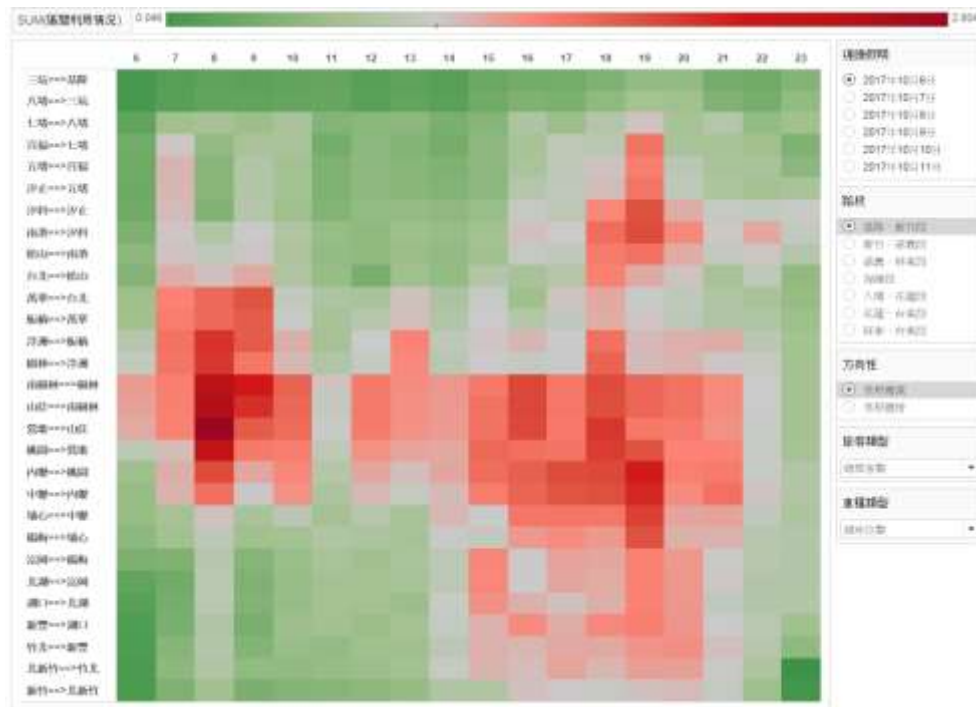
2.3 臺鐵相關計畫

本節蒐整 15 項與東部鐵路運輸相關之資訊系統、車輛採購及建設計畫，分述如后。

2.3.1 臺鐵局班表分析相關報告書回顧

臺鐵局 106 年完成「臺鐵局連續假期加班車及平、假日最適營運班表決策分析」案。該專案對於 106 年國慶假期、107 年元旦、春節、清明節、端午節、中秋節等各連續假期均各分析其加班車，並進行平、假日班表之分析，各產出 1 冊書面報告，共計 7 冊報告書^[31-37]。該專案主軸在針對各特定連續假期，嘗試利用過往紀錄預估加開列車之客座利用率，並在不考慮人、車、路等運轉資源之前提下，對連續假期之前 1 日、後 1 日、與假期各日，提出增班與減班之建議。該專案設計了一些於報告書中呈現大量數據之方法，對本計畫應具有參考價

值。例如圖 2.2 所示為呈現某空間位置至另一空間位置間運輸量之熱圖。



資料來源：臺鐵局連續假期加班車及平、假日最適營運班表決策分析：國慶日連續假期分析報告^[31-37]

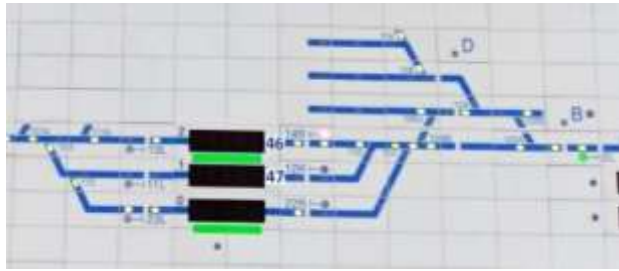
圖 2.2 熱圖示例

2.3.2 臺鐵南迴臺東潮州段電氣化計畫

本節資料主要參考行政院核定「臺鐵南迴臺東潮州段電氣化計畫」^[38]。本計畫期程自 106 年 9 月至 110 年 8 月，經費需求共計 216.53 億元，預計分 3 期辦理。該報告書之附錄「臺鐵南迴線鐵路電氣化綜合規劃報告書」第四章說明本電氣化計畫對路線沿途各車站之變動狀況，其中與本研究較相關之部分整理如下。

1. 枋寮站

車站大廳、月臺、廣場及藝術村環境景觀改善、增設機房，未變動股道。因此預期完工後本站之股道與現況相同，如圖 2.3 所示。

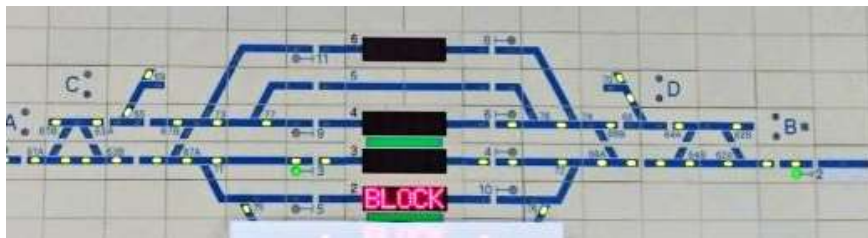


資料來源：臺鐵局行控中心顯示面板照片

圖 2.3 枋寮站股道圖

2. 加祿站

依該報告書之說明，本站將增設機房，但未變動股道。其股道佈置狀況如圖 2.4 所示。



資料來源：臺鐵局行控中心顯示面板照片

圖 2.4 加祿站股道圖

3. 內獅站

本站原有 1 股道及 1 座月臺如圖 2.5 所示，配合本工程將於本站增設副正線。



資料來源：臺鐵局行控中心顯示面板照片

圖 2.5 內獅站股道圖

4. 枋山站

枋山站現況配置 1 股道及 1 座月臺如圖 2.6 所示，本工程將於本站增設副正線。

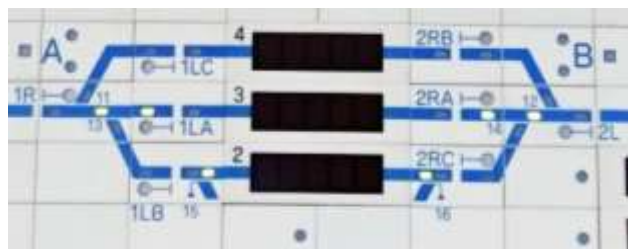


資料來源：臺鐵局行控中心顯示面板照片

圖 2.6 枋山站股道圖

5. 枋野站

本站目前並無月臺，預計將於本工程增設 1 座岸壁式觀景月臺。至於股道佈置則未變動，如圖 2.7 所示。

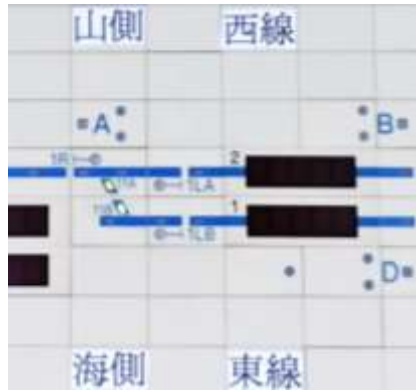


資料來源：臺鐵局行控中心顯示面板照片

圖 2.7 枋野站股道圖

6. 中央號誌站

本站為不辦客之號誌站，於本工程中將增設機房，但股道佈置仍維持不變，如圖 2.8 所示。



資料來源：臺鐵局行控中心顯示面板照片

圖 2.8 中央號誌站股道圖

7. 古莊站

本站將僅增設機房，而不變動股道佈置。現況之股道佈置示於圖 2.9。



資料來源：臺鐵局行控中心顯示面板照片

圖 2.9 古莊站股道圖

8. 大武站

本站將進行站房及站區改善景觀，並且增設機房，但股道佈置仍維持現狀如圖 2.10 所示。

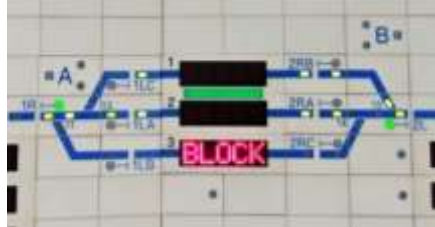


資料來源：臺鐵局行控中心顯示面板照片

圖 2.10 大武站股道圖

9. 瀧溪站

本站將於本工程中改善站房及站區景觀，同時增設機房，但未變動股道佈置，如圖 2.11 所示。



資料來源：臺鐵局行控中心顯示面板照片

圖 2.11 瀧溪站股道圖

10. 金崙站

本站將不變更股道佈置，僅增設機房並進行站房及站區之景觀改善。現況股道佈置如圖 2.12 所示。



資料來源：臺鐵局行控中心顯示面板照片

圖 2.12 金崙站股道圖

11. 太麻里站

太麻里站將增設機房，並改善站房及站區之景觀。其股道佈置則維持現狀如圖 2.13 所示。



資料來源：臺鐵局行控中心顯示面板照片

圖 2.13 太麻里站股道圖

12. 知本站

知本站目前配置 2 座月臺及 3 股道如圖 2.14 所示，本工程將進行站房及站區改善景觀以及增設機房，至於股道佈置則維持現狀不變。



資料來源：臺鐵局行控中心顯示面板照片

圖 2.14 知本站股道圖

13. 康樂站

本工程將不改變本站之股道配置，僅改善站房及站區景觀以及增設機房。圖 2.15 所示為目前之股道配置狀況。



資料來源：臺鐵局行控中心顯示面板照片

圖 2.15 康樂站股道圖

除了上述工程規劃外，該報告書^[38]亦提供簡要之南迴線路線容量分析結果，摘要引用如圖 2.16 所示。該報告書將所有車站間之路段各自視為獨立路段，在行車互不影響之假設下進行分析，結果認為加祿至野間每日可行駛 69 列次，為容量最小之站間，並以此作為南迴線之路線容量。在另一方面，臺鐵旅客列車誤點診斷及改善建議報告書^[39]則進行南迴線之整體容量分析，結論認為若以 18 小時之營運時間，南迴線雙向合計容量應為每日 54 列

次。真實之狀況下，南迴線之容量亦同時受到前後屏東線及臺東線之影響，未受目前電氣化工程影響之前，臺鐵局每日約開行 40 至 50 列次。

由計算結果分析，南迴鐵路各路段以加祿至枋野間之容量為最小，最多每日約可行駛 69 班次；其次為太麻里與知本間路段，每日約可行駛 81 班次。

表 4.1.1.1-1 南迴鐵路路線容量分析表

路線區間		平均行駛時間(分)	路線容量(班次/日)
枋寮	加祿	5.5	144
加祿	枋野	13.3	69
枋野	中央	3.9	188
中央	古莊	14.7	150
古莊	大武	4.2	179
大武	蓬溪	10.1	87
蓬溪	金崙	7.9	108
金崙	太麻里	9.8	89
太麻里	知本	10.9	81
知本	康樂	7.9	107
康樂	台東	4.4	170

註：中央古莊間為雙單線，其餘路段為單線。

資料來源：臺鐵南迴臺東潮州段電氣化計畫^[38]

圖 2.16 南迴線路線容量

2.3.3 成功追分段鐵路雙軌化

本計畫為前瞻計畫之一項，正式全名為「臺鐵成功追分段鐵路雙軌化新建工程」^[40]，主要目的在將連接西幹線之山線與海線南端，成功站與追分站之間目前為單線運轉之鐵路，未來完工後將提升為雙線鐵路，其股道佈置如圖 2.17 所示。該圖以目前行控中心顯示面板為背景，以紅線標示工程新增之股道。本計畫期程預定為 106 年至 110 年，經費需求為 14.9 億元。該報告書之附錄「『臺鐵成功追分段』鐵路雙軌化新建工程計畫」^[40]說明本計畫之目標計有以下 4 項：

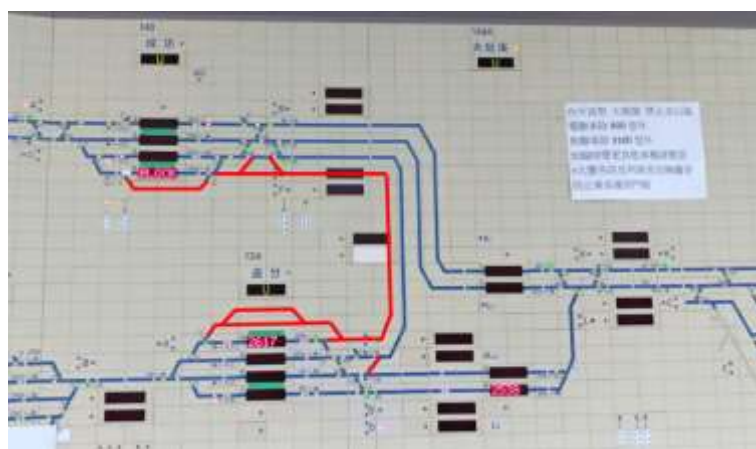
1. 提供人本、安全、優質、舒適之都會區域軌道運輸環境。
2. 打造綠色運輸服務體系，達成交通運輸永續發展之目標。

3. 分析軌道運輸旅次使用特性，以利大眾運輸服務之整合。
4. 提升區域軌道運輸路網服務水準、串聯道路系統，發展沿線區域、提昇大眾運輸使用量。

本計畫預期效果及影響有以下 4 項：

1. 配合大臺中生活圈發展，可提供海線居民轉乘高鐵之便利性及便捷。
2. 提供安全之鐵路運輸服務，減少私人運具，並落實節能減碳之政策。
3. 可增加路線容量，縮短列車班距，滿足通勤旅運需求，達成捷運化之功能。
4. 成追線雙軌化完成後，未來如能配合海線(清水=追分)雙軌化及甲后線(大甲=后里)完工通車，將可改善臺中地區瓶頸之路段。

雖然本計畫報告書^[40]指出成追線之雙線化將產生相當之影響，但報告書中對鐵路運轉之分析均限於臺中範圍，且並未考慮臺鐵全線運轉。



資料來源：整理自臺鐵局行控中心顯示面板之成功站站場平面佈置圖、追分站站場平面佈置圖

圖 2.17 成追線雙線化後之股道佈置圖

2.3.4 第四代票務系統建置

本計畫為前瞻計畫之一項，正式全名為「票務系統整合再造計畫」^[41]。其主要目的在取代第三代票務系統。本系統之完成將影響臺鐵未來對售票紀錄資料之收納方式及資料內容。本計畫之經費需求為 8.58 億元。依報告書之附錄「票務系統整合再造計畫書」，本計畫以「整合既有資源、優化票務資訊系統、創造附加價值」為願景，內涵包括：

1. 增進票務作業流程效率。
2. 解決尖峰訂票瓶頸。
3. 提升服務品質及效能。
4. 支援多元彈性化行銷策略。
5. 推動異業協同合作。
6. 發展鐵道行旅服務。
7. 增加營運競爭力。

而計畫目標如下：

1. 機關策略面

第四代票務資訊系統以「提升服水準、便利性及安全」為首要目標，達成臺鐵局各單位跨部門的票務資源整合(如：資訊中心、運務處、餐旅總所、人事室、主計處等單位)。

2. 票務資訊系統流程面

(1) 改善購票資訊流程

票務作業流程包括：查詢、訂票、付費、取票、換/退票、驗補票等作業。目前第三代票務資訊系統在網路、語音購訂票流程作業分散在不同系統並委託者提供服務，如：列車時刻查

詢委託台灣世曦股份有限公司負責、網路訂票委託中華電信股份有限公司負責、網路代收款業務由中國信託商業銀行提供，系統整合部分未臻完善，將於本計畫進行系統整合、流程再造；另一方面，隨著科技技術突破發展，能協助作業流程有簡化的空間與使用變革，如：票證電子化、全面自動過閘、行動載具支付與增值服務等。

(2) 強化商業智慧與決策支援

商業智慧工具是透過旅客訂票紀錄，分析旅客搭乘、消費行為，推出有效的票務行銷方案，提供創意營運方式；而決策支援系統主要協助判斷中長期營運規劃的有效資訊。本計畫強化此類工具應用，輔助決策者進行方案選擇時，有相關數據佐證與支援使整體決策有脈絡可尋並增加其信度與效度。

3. 旅客需求面

近年來旅客消費意識擡頭，各車站收到旅客申訴案件與日俱，眾多案件中與票務資訊系統相關議題占約 10%；第四代票務資訊系統功能滿足旅客對臺鐵局的相關需求，並提升服務滿意度。提升服務滿意度。

4. 資訊業務面

票務流程自旅運需求、列車時刻、列車派遣、配座等均須連貫考等均須連貫考量，並順利整合售票端(含資訊揭露)，讓整體程序中的每個環節不致成為零碎片段的系統，故須於本計畫搭配先進資訊系統建置與軟體開發技術，讓需求、系統、功能與技術四位一體，達成臺鐵局票務資訊服務的延續性與創新性。

在第三代票務資訊系統移轉期間，維持既有系統正常運作，並順利接續第四代票務資訊系統上線營運，達成「旅客無感轉移、員工便利操作」目標。

5. 資訊產業創新面

本計畫透過雲端運算技術與解決方案有效改善票務資訊系統流程，建置實體架構與旅客服務導向應用系統之功能，將系統應用透過雲端應用與資源虛擬化管理保障票務各系統功能穩定度與可用性，讓使用者擁有順暢的使用體驗。

2.3.5 臺鐵電務智慧化提升計畫

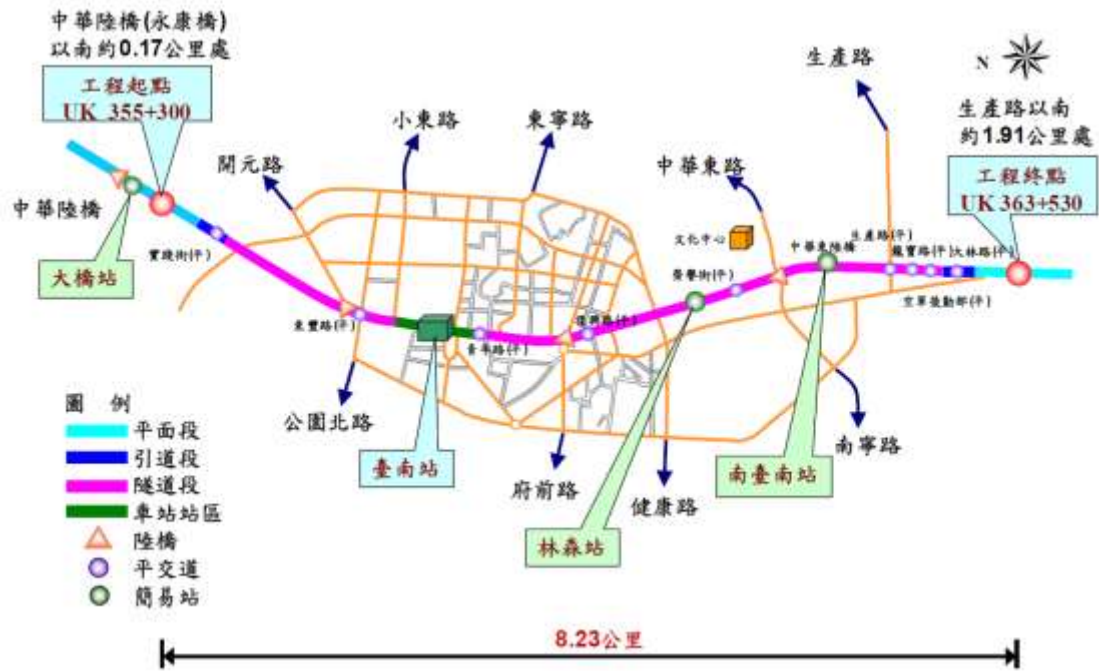
本計畫為前瞻計畫之一項，正式全名為「臺鐵電務智慧化提升計畫」^[42]。其主要目的在提升臺鐵之號誌、電訊、電力等基礎設施，以及中央行車控制系統。該計畫期程自 106 年至 113 年，將以 306.1 億元之經費達到下列目標。

1. 號誌基礎設施現代化，提升號誌可靠度與安全性。
2. 電訊基礎設施現代化，提升通訊品質與調度效能。
3. 電力基礎設施現代化，提升供電穩定性。
4. 新建中央行車控制系統，整合緊急應變中心。

2.3.6 臺南鐵路地下化

本計畫為前瞻計畫之一項，其正式全名為「臺南市區鐵路地下化計畫」^[43]。本計畫主要目的在將臺鐵於臺南都會區之 8.23 公里路段改建成為地下鐵路。雖然鐵路地下化本身對於臺鐵之行車影響不大，但本計畫將增建林森站、南臺南站、以及臺南航空站等三處車站，站間之距離甚短，未來可能對臺鐵系統之運轉能力產生何種影響，則有待詳細分析。本計畫期程自 106 年 9 月至 110 年 8 月，特別預算中央經費需求共計 152.31 億元。本計畫範圍北起臺南縣永康站南端之中

華陸橋(永康橋)以南約 0.17 公里處(K355+300)，至生產路以南約 1.91 公里止(K363+530)，全長 8.23 公里，如圖 2.18 所示。該工程目前已動工，而臺鐵亦已配合調整臺南站之股道運用方式，如圖 2.19 所示。



資料來源：臺南市區鐵路地下化計畫^[43]

圖 2.18 臺南鐵路地下化施工範圍圖



資料來源：臺鐵局行控中心顯示面板照片

圖 2.19 臺南站股道圖

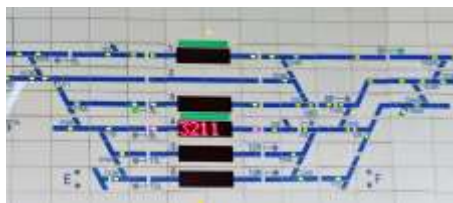
2.3.7 嘉義鐵路高架化

本計畫為前瞻計畫之一項，其正式全名為「嘉義市區鐵路高架化計畫」^[44]。本計畫將臺鐵嘉義站及附近約 8.2 公里之路段由目前平面鐵路改建成為高架鐵路，包括現有嘉北站、嘉義站之高架化、新設置北回站、以及嘉義車輛基地改建。本計畫期程自 106 年 9 月至 115 年 9 月，特別預算中央經費需求共計 110.5 億元。本計畫範圍北起里程 K293+100 至 K304+000，全長約 10.9 公里，工程內容包括鐵路高架工程、高架車站工程(嘉北站及嘉義站)、新建嘉義車輛基地、新設北回歸線站。此範圍內之嘉北站及嘉義站現況股道佈置如圖 2.20 及圖 2.21 所示。



資料來源：臺鐵局行控中心顯示面板照片

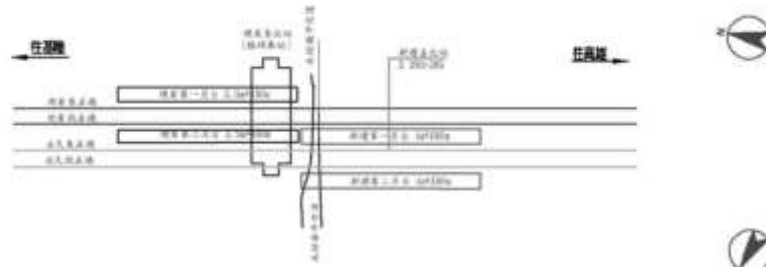
圖 2.20 嘉北站股道圖



資料來源：臺鐵局行控中心顯示面板照片

圖 2.21 嘉義站股道圖

未來完工後，嘉北站規劃為簡易通勤車站，配置 2 岸壁式月臺，長 180 公尺，無橫渡線，如圖 2.22 所示。



資料來源：嘉義市區鐵路高架化計畫^[44]

圖 2.22 嘉北站未來月臺及股道圖

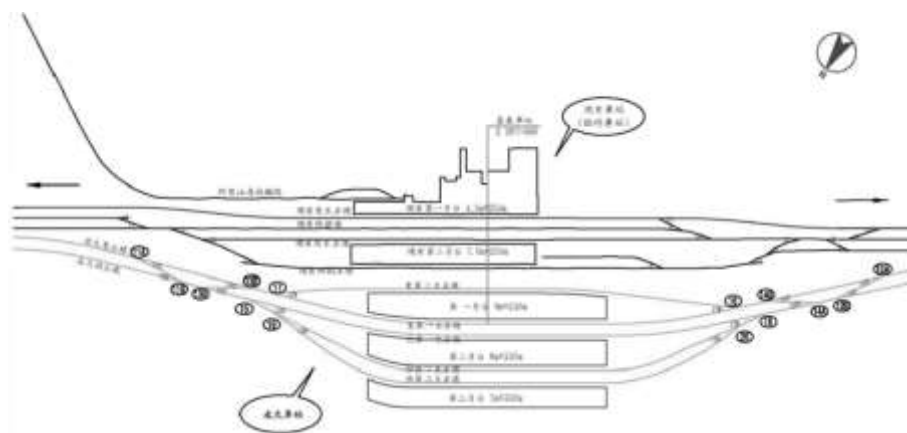
至於新設之北回歸線站則規劃為 2 島 4 股型式，月臺長 330 公尺。其配置如圖 2.23 所示。



資料來源：嘉義市區鐵路高架化計畫^[44]

圖 2.23 北回歸線站月臺及股道圖

在本計畫範圍內最主要之車站為嘉義站，未來將配置 2 島式、1 岸壁式共計 3 座月臺，搭配 5 股道；月臺長 330 公尺。其配置圖示於圖 2.24。



資料來源：嘉義市區鐵路高架化計畫^[44]

圖 2.24 嘉義站月臺及股道圖

2.3.8 花東效能提升計畫

本計畫之正式全名為「花東線鐵路整體服務效能提升計畫」^[45]，主要所在地在臺東縣及花蓮縣，其目的在改善新城站至臺東站間沿線 27 個車站及周邊附屬設施。計畫期程為 98 年 3 月至 108 年 9 月，計畫經費為新臺幣 60.81 億元。本計畫之主要目標有 4 項^[45]：

1. 更新車站站場設備，確保行旅安全。
2. 更新車站股務設施，提升車站服務品質。
3. 結合地方文化特色，規劃一站一特色，動地方觀光產業發展。
4. 落實政府節能減碳政策，建構自行車、公車及各種運輸工具等與鐵路運輸系統之整合旅遊，確保東部地區永續發展。

2.3.9 北宜鐵路提速工程計畫

本計畫之正式全名為「臺鐵南港至花蓮提速改善計畫」^[46]，目前仍在規劃階段，其主要構想為將既有南港站至頭城站間之鐵路截彎取直，並與現有路線併行運轉，以提高臺北都會區與花蓮地區間之鐵路運能並縮短行車時間，另鐵道局已依交通部指示將高鐵延伸宜蘭之替代方案納入本計畫綜合規劃內。

2.3.10 花東電氣化計畫

本計畫之正式全名為「花東線鐵路瓶頸路段雙軌化暨全線電氣化計畫」^[47]，計畫期程為 97 年至 107 年 6 月，範圍為臺鐵花東線花蓮站至知本站間，路線全長約 162.4 公里。本計畫之主要目的在完成花

東線花蓮站至知本站間之全線電氣化 162.4 公里，並辦理花蓮站至知本站間 4 處瓶頸路段雙軌化、曲線改善工程、新建雙軌隧道 4 座，改建橋梁 3 座，改善站場軌道等工程。

2.3.11 屏潮計畫

本計畫之正式全名為「臺鐵高雄—屏東潮州捷運化建設計畫」^[48]，計畫範圍為臺鐵六塊厝站至潮州車輛基地，約 19.37 公里，已於 105 年 6 月完工。本計畫之主要目的在配合臺鐵潮州車輛基地之啟用，作為西幹線列車最重要之南部基地，將上述路段原有之單線鐵路擴充為雙線，並且將全線高架，新建屏東、歸來、麟洛、西勢、竹田及潮州等 6 座高架車站，消除平交道。

2.3.12 林邊計畫

本計畫之正式全名為「臺鐵林邊溪橋改建計畫」^[49]，計畫期程自 95 年 12 月至 101 年 6 月，計畫範圍為臺鐵 51K+427~56K+254，長約 4.827 公里，即臺鐵林邊站及附近範圍。本計畫之主要目的在將林邊站改建為高架站，並將沿線約 4.8 公里公架，以解決長期困擾之淹水問題。

2.3.13 東改計畫

本計畫期程自 80 年 7 月至 93 年 12 月，為較早期之工程，其正式全名為「東部鐵路改善計畫」。其工程範圍及於臺鐵八堵站至臺東站間，337 公里之鐵路。計畫之工程項目包含(1)宜蘭線鐵路電氣化。(2)北迴線鐵路擴建雙軌並予電氣化。(3)基隆、八堵至臺東間路線重

軌化(鋪設 50 公斤鋼軌及預力混凝土軌枕)。(4)基隆、八堵至臺東間號誌自動化。(5)花蓮機務修車廠遷建及購置電氣化車輛 138 輛。。

2.3.14 東改後續計畫

本計畫之正式全名為「東部鐵路後續改善計畫(冬山站提高改建工程)」，計畫期程自 93 年至 98 年 3 月。主要目的在將冬山站及其附近路段之臺鐵路線予以立體化以消除冬山市街 3 座平交道。

2.3.15 車輛採購計畫

本計畫正式全名為「臺鐵整體購置及汰換車輛計畫(104~113 年)」^[50]，目的在採購新車以更新臺鐵之車隊、加強東部幹線及跨線運輸、提供西部幹線都會區快捷運輸及捷運化服務、並推動節能減碳綠色運輸政策。該計畫預定將採購機車 127 輛以及各式客車逾 1,180 輛，共計為 1,307 輛，總經費預估為 997.30 億元。大量新資源之投入，必將對臺鐵之運轉型態帶來相當影響。

第三章 鐵路供需剖析

3.1 運輸供給

本計畫所謂運輸供給，係指臺鐵系統利用其可用運轉資源所提供之客運服務。運輸供給之具體表現為服務計畫。鐵路系統之服務計畫描述了該系統所規劃開行之車次清單，而清單中之每一車次均含有車種、停站模式、目標到開時間等計畫資訊。對於對號列車，則進一步含有配位計畫。其功能在規劃鐵路系統擬提供的運輸服務之內容。整體而言，鐵路之服務計畫於供給面大致上決定了鐵路系統提供運輸服務之能力。

在鐵路系統的規劃作業流程中，服務計畫為班表以及車輛、人員運用之上位計畫。依據服務計畫所規劃之車次，後續在上線執行運轉之前，尚需要編擬詳細之無衝突班表、乘務人員運用計畫、以及車輛編組運用計畫。因此服務計畫雖然並不包含上述各種後續計畫之具體內容，但除了需要考慮運輸需求之外，亦必須考慮以其運轉資源能夠達成之可行性，不能超過運轉資源所能容納之範圍。目的在使得後續能夠依據服務計畫而實際編據各種具體計畫，即便需要修正服務計畫亦可儘量縮小其變動幅度。

鐵路系統運轉時需要多種資源之支持，其中最主要者為人、車、路。其中「人」指司機員與列車長等乘務人員所提供之操作能力；「車」指列車編組所提供之運能；而「路」則指路軌所提供之路線容量。考量目前臺鐵真實狀況，其各種運轉資源均不甚寬裕。這使得上述運轉資源之考量成為相當重要之因素。亦即，實際運轉時即便有部分車次之座位利用率偏高，或預售時快速告罄，亦常受到運轉資源之限制而無法任意加開車次。在另一方面，即便有部分車次之座位利用率偏低，亦常受到車輛編組調度之限制而無法任意減開車次。

服務計畫大致決定了鐵路系統所能提供的運輸能力，而運輸能力必須儘量貼近需求。鐵路系統中真正的運輸需求是起站、迄站、與理想出發時間之組合。至於列車運行過程中，在哪些路段較為擁擠，則為運輸需求組合之結果，並不能直接作為服務計畫安排車次之用。因此於服務計畫中決定開行哪些車次，必須以旅次起迄資料為基礎。例如，假設某虛擬車次依序停靠 A、B、C、D 等 4 站，而觀察發現該車次於 B 站與 C 站之間特別擁擠，如圖 3.1 所示意。在此案例中，可能有多種造成該路段特別擁擠之原因，圖 3.2 顯示其中 2 種造成路段擁擠的原因。如該圖所示，若由 B 站上車、C 站下車之乘客眾多，則宜在服務計畫中規劃增加停靠 B 站及 C 站之列車。但若多數乘客均由 A 站上車、C 站下車，或由 B 站上車、D 站下車，則同樣也會造成該車次於 B 站與 C 站之間特別擁擠。但此時在服務計畫中規劃增加停靠 B 站及 C 站之列車，將無甚助益。

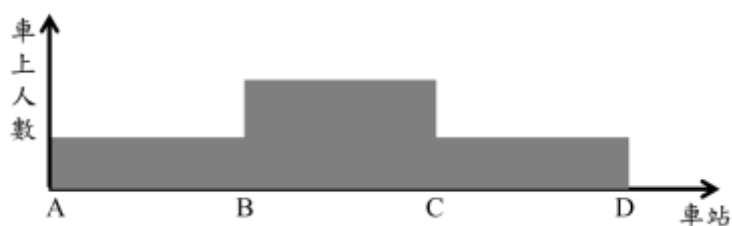


圖 3.1 虛擬列車之車上人數

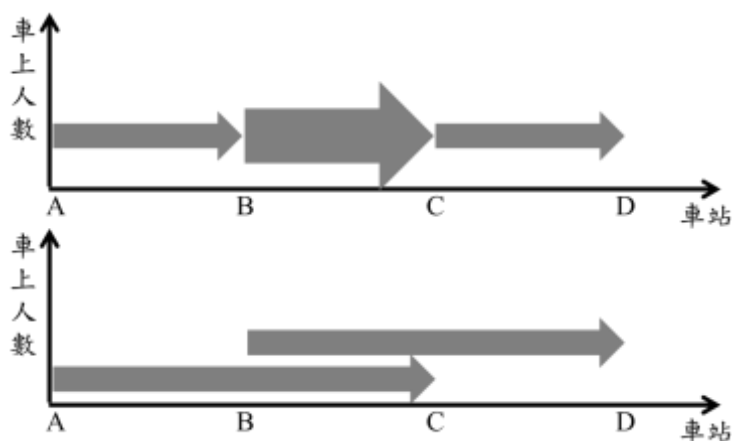


圖 3.2 虛擬列車某路段擁擠之 2 種可能原因

3.2 運輸需求

運輸需求為社會經濟活動所產生之衍生性需求。因此傳統之運輸需求推估模式對運輸需求之推估，大都由預估之未來社會經濟數據切入，配合問卷或其他方式取得之參數資料，經旅次產生、旅次分布、運具分配、交通量指派 4 階段而得到所欲推估之結果。這種推估方式雖然在過去廣為用以推估未來之運輸需求，且不受訂票成功與否之影響，因此可充份反映出社會之潛在需求。然而這些需求預測並無法使用於本計畫。其中關鍵原因在於本計畫之範圍與對象均聚焦在臺鐵系統而不在社會整體經濟課題。再者，本計畫產生運輸需求之目的在作為求解服務計畫之用，本身即具有特殊需要。如前所述，服務計畫為鐵路系統所規劃，擬訂開行之車次清單。其中各車次均必須含有目標到開時間之資訊方有實用價值，使得服務計畫之時間解析度精準至分鐘等級。因此求解服務計畫時所使用之運輸需求資訊，其時間解析度至少亦應達到小時方有意義。但傳統運輸需求推估模式所能達到之時間解析度與此相去甚遠。

在空間方面亦有類似之解析度不足現象。編擬鐵路服務計畫時需要決定各車次之停站模式，因此所使用之運輸需求資訊需要達到可區分車站之空間解析度。但傳統運輸需求推估模式以社會經濟發展為基礎，多以交通分區為空間單位，所推估之運輸需求，其空間解析度遠低於服務計畫所需。

在另一方面，臺鐵之售票紀錄含有高解析度之起迄資料，於時間與空間之解析度均可達到服務計畫所需。但售票紀錄必為歷史紀錄而無未來之推估資訊。而且售票紀錄僅能呈現實際發生之旅次，並無法反映訂位不成功、無適當車次等潛在之運輸需求。例如，若臺鐵未開行 A 站至 B 站之列車，則售票紀錄不可能出現 A 站至 B 站之旅次紀錄(臺鐵之售票紀錄並無完整的轉乘資料)。為此，本計畫利用數學方法結合售票紀錄與運輸規劃之運量預測二者之優點。其基本概念為先利用票務資訊系統之歷史紀錄得到精準之分站、分時 OD 矩陣，再將

該 OD 矩陣中之各數據項目乘上成長率而得到目標年期之推估 OD 矩陣。而成長率則以數學方法求解之。該數學模式以給定之運輸規劃預測成果為標竿，個別推估各起迄對之成長率，使得目標年期之 OD 矩陣儘量接近標竿值。

3.3 乘客選擇行為

在真實世界中，社會經濟活動產生運輸需求、鐵路營運者提供運輸服務。需求與供給經由乘客的選擇行為而得到媒合，產生實際的運輸效果。鐵路系統售票紀錄所記載的資訊，即為這種媒合的結果。而本計畫亦需要進行此種評估，以掌握所推估的需求中，各乘客面對模式求解所得之服務計畫時之選擇行為，用以評估服務計畫所可能發揮的運輸效果。

本計畫利用數學方法個別推估運輸需求，再以運輸需求結合運轉資源求解貼近需求的服務計畫。在求解服務計畫時，可行解之決策變數值會呈現乘客使用各車次的狀況。然而這種方法具有下列隱含的假設：所有乘客均服從系統的指派而乘車，與自由意志下個體選擇及競爭的結果並不一定一致。因此前述決策變數值所呈現之乘客人數僅可視為系統規劃之結果，與預期的載客人數具有本質上之差異。雖然本質之差異並不一定導致數值之差異，但仍宜予適當分析探討。

真實乘客的選擇行為有相當的複雜性，受到許多因素的影響，同時也具有相當的隨機性。目前並沒有任何方法能夠精準掌握所有乘客之個別決定。本計畫需求模式及供給模式均具有相當高之解析度，於處理乘客選擇行為時並不適合使用常見的羅吉特模式等巨觀模型。因此本計畫採用微觀尺度，開發乘客選擇行為之模擬模式，用以瞭解在面對某個給定的服務計畫時乘客可能的選擇行為。該模擬模式利用電腦快速運算能力，個別處理每一乘客面對自身偏好與臺鐵班表時之決策過程，並可呈現乘客與乘客間之競爭行為。

3.4 供需分析規劃之整合

本節說明欲落實供需分析診斷所需之功能模組與數據資料，以及將這些模組及資料整合成為完整體系的方法。其主要概念是將供需分析及診斷工作區分為數個不同模組，各設計適用之數學模式，再予整合成為完整體系。由於數學模式僅是抽象的邏輯與演算法，因此尚需將每組模式實作成為軟體模組。此外所有模式均有大量輸入與輸出之數據，因此數據之整合，以及數據與模式之整合亦為重要課題。

在大數據之相關分析處理工作中，不同來源、不同性質資料之適當整合往往具有關鍵重要性。所謂資料整合，指適當處理各種不同資料，使之能夠共同使用於同一體系之中。資料整合常見之問題有精準度、定義、編碼、完整度不一致、資料基準不一致等。常用的方法則有資料清洗、插補、篩選、轉譯等。本計畫所涉及之面向甚廣。因此資料亦涉及售票紀錄、逐日班表紀錄、路軌資料、運量預測資料、臺鐵排點參數等，甚為多樣化。

以班表與售票紀錄之整合為例，臺鐵之運轉班表包含了所有車次行經所有車站之到離時分、到站任務等資訊。其中亦包含了舞鶴、大肚南、中央等號誌站。然而號誌站並未辦客，使得售票紀錄中並無這些站，第三代、第四代票務系統亦未予以編碼。這種資料不一致現象形成大數據分析之障礙，包含：(1)若以票務系統之資訊為準，則班表將被解讀為列車行經不存在之車站。(2)臺鐵系統在過去數年中有新車站之加入營運，亦有既有車站之廢站。若未對資料作適當整合，則以加入新車站後之車站清單為基準而檢視過去之班表紀錄時，班表將產生列車跳站運行之假象。(3)廢站又會造成列車行經不存在車站之錯誤解讀。

本計畫之資料與模式之整合方法如圖 3.3 之流程圖所示。該圖以實線代表操作流程，連結了各個模組。而虛線則代表資料流程，呈現各種資料之相關模組，以及各模組間在資料流之上下游關係。流程圖結構之安排，圖最左側之 4 項資料為由外部取得之各種資料，包括真

實班表、售票紀錄資料、運量預測資料、以及人車路資源資料。圖最右側 4 項資料為構成整個體系之各模式所產生之資料，包括 OD 紀錄資料、乘客選擇參數資料、OD 需求資料、以及服務計畫。

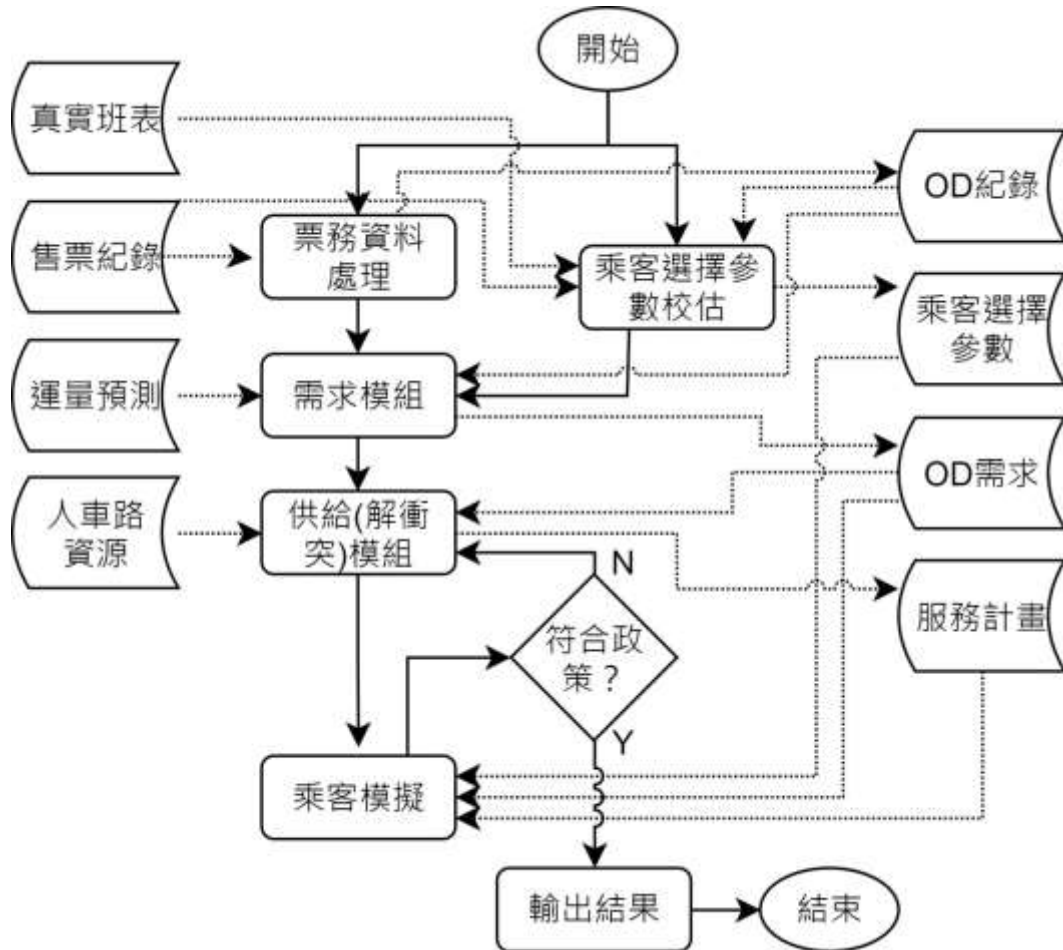


圖 3.3 鐵路供需分析規劃整合流程圖

於圖 3.3 所示流程圖中呈現了外部取得以及內部產生之資料各 4 種，分別簡要說明如下。其中外部取得之資料計有下列 4 項。

1. 真實班表

本項資料為臺鐵局每日之運轉班表，來源為臺鐵局。其中含有所有車次於所有行經(亦即含停靠與不停靠)站之到離時分、到

站任務、牽引種別、服務車種等基本資訊。此項資料之內容及性質將詳細說明於第 4.1 節。

2. 售票紀錄

本項資料為鐵路系統售票之紀錄，主要內容為每一張票之起站、迄站、及時間。若為對號列車則亦有車次資訊。臺鐵系統票種複雜，其售票紀錄亦複雜。本項資料將詳細說明於第 4.2 節及第 4.3 節。

3. 運量預測

本項資料為運輸需求量之未來預測，其目的係提供供需模組進行未來需求推估之資料源。由於需求模式方法之彈性設計，本資料並無固定之內容要求，甚至不是整個體系所必需。關於需求模式使用本項資料之方法則詳細說明於第 5.1 節。

4. 人車路資源

此資料之目的在描述鐵路系統運轉時可使用之主要資源。臺鐵人車路整體現況說明如第 2.2 節臺鐵系統概觀之承務人力、車輛編組及路所示。另由於鐵路軌道內容複雜，於第 4.4 節進一步說明鐵路股道佈設相關資料之性質。

除了上述 4 項外部取得資料外，另有內部產生之 4 種資料，分別說明如下。

1. OD 紀錄

本項資料係由售票紀錄整理歸納而得。原始之售票紀錄係以個別售出之車票為單位，亦即以個別人旅次為單位。而本項資料即為將這些人旅次依其起點站、迄點站、及旅行時間為單位進行歸納而得。因此 OD 紀錄之形式為分站、分時之起迄量。

2. 旅客選擇參數

鐵路系統以提供運輸服務為目的，而整個供需分析之體系均假設乘客在選擇旅行方式、所搭乘車次時，均依其偏好作理性比較選擇。同時亦進一步假設乘客之偏好可以用一組參數描述之。由於乘客人數眾多，因此再假設乘客可分為數種型態，各型態間之偏好參數值可能互不相同，但同一組內之乘客則參數值均相同。在上述假設之下，本組資料即為乘客選擇車次時之偏好參數。其產生方法詳細說明於第 5.4 節。

3. OD 需求

本項資料為需求模式之產出，亦為供給模式在求解服務計畫時所參考之未來需求量。其資料格式與 OD 紀錄相同，亦為分站、分時之起迄量。需求模式產生本項資料之方法說明於第 5.1 節。

4. 服務計畫

本項資料為供給模式之產出。資料格式與班表相同，均為車次及各車次之行程、停靠站模式、及行經各車站之行點。而資料內容即為供給模式結合 OD 需求及人、車、路等運轉資源而求解得到之服務計畫。其產生方法說明於第 5.2 節。

依圖 3.3 所示流程圖所顯示，構成整個體系之主要模組分別說明如下。

1. 票務資料處理模組

本模組之輸入資料為售票紀錄，經整合後輸出成為 OD 紀錄資料供其他模組使用。由於售票紀錄具有高度時間、空間解析度，因此本模組所輸出之 OD 紀錄為分車站、分時資料。

2. 乘客選擇參數校估模組

本模組之功能在利用售票紀錄，以及對應之真實班表，再搭配使用乘客模擬模組，用以推估乘客選擇參數。

3. 需求模組

本模組之功能在使用需求模式，用數學方法結合售票紀錄以及運量預測 2 種不同來源之資料，成為供給模組所需要之未來預估分時 OD 資料。

4. 供給模組

本模組利用預估未來之 OD 資料，並考慮鐵路系統可用之人、車、路運轉資源，而求解出適當之服務計畫。

5. 乘客模擬模組

乘客模擬模組依據所輸入之乘客選擇參數，嘗試模擬 OD 資料所描述之乘客群，在面對服務計畫所描述之班表時之選擇行為。

6. 解衝突模組

本模組之功能在以 1 組給定之班表為基礎，調整其行點以及追越、待避之位置，以排除班表中之所有衝突。於圖 3.3 所示流程圖中，此模組之主要部分係納入供給模組中一併處理。

第四章 數據資料

4.1 臺鐵班表資料

班表描述所有列車在運轉過程中於時空中之軌跡，在鐵路系統之運轉中居於最重要的樞紐地位。臺鐵售票紀錄含有豐富之資訊，但仍須與班表紀錄相搭配方能達到本計畫之目標。原因是售票紀錄所呈現的是乘客選擇的結果，而班表則是乘客在進行選擇時所檢視的「菜單」。

對一般旅客而言，臺鐵每日班表均大略相同，但由營運觀點視之，則每日均不相同。此外本計畫為精準掌握路線資源之運用狀況，亦必須瞭解回送列車、貨物列車、試運轉列車等非辦客車次之狀況。這些均詳細記載於維運單位所使用之運轉班表紀錄中，公開提供予乘客查詢之班表所含有之資訊並不充份。除了涵括了所有辦客與非辦客車次之資訊外，運轉班表亦含有所有車次於所有行經站之到離時分、到站任務、牽引種別、服務車種等基本資訊。若同一車次於運行過程中需要轉變牽引種別，運轉班表亦能正確呈現之。於臺鐵實務，這種特殊狀況多發生於列車運行於電氣化與非電氣化區域之間，而需更換動力機車之時。依臺鐵系統管理維運作業模式，運務、工務、機務、電務各有所司。而班表之排點係屬運務系統之權責，因此班表中並不含車輛編組運用資訊。

基於以上之剖析，含有完整資訊之運轉班表對本計畫具有一定之重要性。目前本計畫已經蒐集整理臺鐵過去 3 年，逐日之運轉班表資料。這些資料顯示臺鐵全系統每日約開行 1,100 至 1,200 車次，總共行經車站約 32,000 次，其中約 20,000 次有停靠，其餘為通過而不停靠。所有車次中，辦客者又可區分為對號與非對號 2 類，總共大約 900 車次；其餘則為非辦客列車，如回送列車、貨物列車等。至於試運轉列車則長年固定每日排 2 列次，里程合計 99.6 公里。以運行總里程計，臺鐵每日總運行里程約為 12.2 萬至 12.3 萬列車公里，其中

辦客列車約占 88%至 90%，其餘 10%至 12%為非辦客列車之運行里程。於平常日總運行里程以及辦客列車之比例均較假日為高。以運行時數計時，臺鐵每日總運行時數約為 2,600 至 2,700 列車小時，其中辦客與非辦客列車之運行時數亦分別占約 88%至 90%與 10%至 12%。

由以上簡要統計數據可以觀察，臺鐵不但運轉型態平、假日有所不同，而且非辦客列車亦占用一定之比例。而每日為數約 100 至 125 列次之貨物列車，又以運行於東部為主，並於平常日較多，假日較少。因此本計畫於分析班表，以及求解服務計畫時必須一併充份考慮辦客與非辦客列車，方能得到具有實際參考價值之服務計畫。

以下各表以 108 年 7 月 1 日(星期一)為例，顯示由完整之運轉班表進行整理所能獲得之重要資訊。依當天班表顯示，於全日共開行 1,174 列次，分車種統計如表 4-1 所示。該表最右側 4 欄為過去 7 日(108 年 6 月 24 日至 30 日)之平均值。於較早期，此種表中尚有行包列車，惟自 108 年 2 月已終止此車種後，班表中已不再有行包列車。

表 4-1 108 年 7 月 1 日臺鐵真實班表統計資料(分車種)

車種	車次數	總里程 (公里)	總時數 (小時)	總站 數(站)	總停站 數(站)	總里程 (平均 公里)	總時數 (平均 小時)	總站數 (平均 站)	總停站數 (平均 站)
普悠瑪	35	10,910.8	140.3	2,643	483	10,988.6	141.4	2,662.1	486.1
太魯閣	15	4,617.7	58.3	1,048	188	4,714.5	59.6	1,070.5	191.4
自強	80	24,998.7	408.1	6,573	1,681	24,693.8	399.2	6,478.5	1,626.8
莒光	38	11,977.6	232.3	2,927	988	11,888.3	231.5	2,902.5	993.0
復興	4	465.6	8.5	96	39	792.0	14.1	181.5	48.1
區間車	670	55,309.9	1,372.4	16,593	16,372	55,007.9	1,364.0	16,492.5	16,270.5
區間快	50	3,736.4	79.7	1,238	571	3,791.4	80.7	1,251.5	577.4
普快車	2	196.4	4.8	30	24	196.4	4.8	30.0	24.0
普通貨車	108	8,024.9	305.3	1,922	454	7,737.7	290.7	1,852.6	435.6
客迴	117	2,501.0	58.1	835	300	2,552.3	58.1	832.1	289.4
單機迴送	53	955.4	24.3	281	113	972.6	25.0	298.8	116.6
試運轉	2	99.6	1.4	17	4	99.6	1.4	17.0	4.0
總計	1,174	123,794.0	2,693.5	34,203	21,217				

資料來源：統計自臺鐵運轉班表

以下表 4-2 則為同樣 7 月 1 日，依牽引種別之統計結果。由於少數車次同時具有 2 種牽引種別，因此本表之總車次數略高於表 4-1 所示之車次總數。由此表之長期紀錄亦可觀察臺鐵使用牽引種別之變遷。

表 4-2 108 年 7 月 1 日臺鐵真實班表統計資料(分牽引種別)

牽引種別	車次數	總里程 (公里)	總時數 (小時)	總站數 (站)	總停站 數(站)	總里程 (平均 公里)	總時數 (平均 小時)	總站數 (平均 站)	總停站數 (平均 站)
DMU	73	8,656.2	167.8	2,178	824	7,953.1	153.7	1,988.1	747.9
DRC	110	2,946.9	106.7	1,114	1,027	2,952.7	106.5	1,106.4	1,014.9
EMU	7	950.7	15.6	255	70	956.9	15.6	254.5	69.9
EMU500	25	1,278.9	32.0	387	329	1,306.8	32.5	388.3	331.0
E 客甲 B	47	10,000.6	197.7	2,494	892	10,150.6	198.0	2,528.3	881.8
E 特客甲 A	8	1,584.8	27.1	410	62	1,584.8	27.1	410.0	62.0
E 貨乙	5	167.2	4.2	33	12	216.8	7.2	46.8	13.3
E 貨乙 B	11	607.6	22.1	137	33	1,852.6	68.5	429.3	106.0
PP	65	17,724.7	294.8	4,871	1,192	18,086.4	294.2	4,945.6	1,193.1
TEMU	56	15,654.9	202.1	3,733	692	15,829.4	204.5	3,774.6	698.5
客乙 A	21	552.8	12.4	136	44	552.8	12.4	136.0	44.0
客甲 A	8	282.8	6.4	54	21	282.8	6.4	54.0	21.0
客甲 B	22	1,906.4	46.0	459	214	1,829.6	44.8	455.6	212.5
貨乙 B	91	6,602.1	249.5	1,576	374	18,771.7	518.5	5,287.9	4,094.9
通勤電車	633	54,877.4	1,309.0	16,366	15,431	54,810.7	1,307.2	16,352.5	15,429.7
總計	1,182	123,794.0	2,693.5	34,203	21,217				

資料來源：統計自臺鐵運轉班表

完整之運轉班表亦能顯示系統中各相鄰車站間路段之運轉負荷，示例如表 4-3。由該表數據顯示當天列車經過次數最高之站間路段位於五堵往七堵之站間路段，全日計有 176 列次之交通量。而次高者則為同一路段之另一方向，全日計有 174 列次通行。此種運轉密度約略相當於以每 6 分鐘 1 列次之間距、連續運轉 18 小時，對臺鐵系統而言確為相當不易之挑戰。

表 4-3 108 年 7 月 1 日臺鐵真實班表統計資料
(列車次數)

車站 1	車站 2	列車經過 總次數	平均經 過次數
五堵	百福	176	175.38
百福	七堵	176	175.38
百福	五堵	174	173.75
七堵	百福	174	173.75
七堵	八堵	171	171.63
八堵	七堵	170	169.14
臺北	松山	166	164.57
松山	南港	166	164.57

資料來源：統計自臺鐵運轉班表

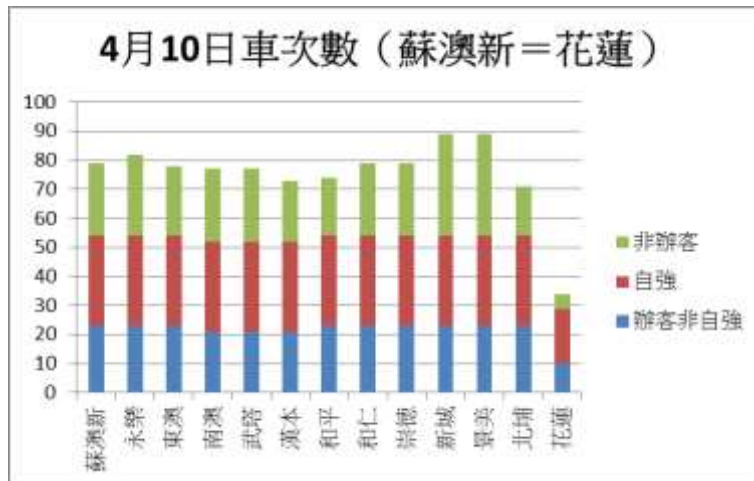
臺灣地區受到中央山脈地形阻隔，東西部間交通往來困難。臺鐵北迴線於 69 年 2 月 1 日通車後，提供了相當大之運輸功能，但直至今日，雖然歷經多年之各種努力，臺鐵在東部與西部間運能於特殊時間仍有不足之現象。

臺鐵在東部與西部所提供之服務型態差異甚大。東部區域除了非辦客車次之比例顯著高於西部外，在辦客列車中，東部之對號列車比例亦較高。具體而言，臺鐵系統於東部之客運供給以對號列車為主，於西部則以區間車占大部分。而臺鐵貨物運輸亦以東部為主要範圍，西部之貨物列車顯著較少。而同樣位於東部區域，不同路段所開行之列車型態亦有相當差異。以下圖 4.1 呈現 107 年 4 月 10 日當天臺北站與蘇澳站之間非辦客、自強號、以及自強號以外辦客列車之數量。而圖 4.2 則呈現蘇澳新站與花蓮站之間(北迴線)之統計、圖 4.3 為花蓮站與臺東站之間(臺東線)之統計。比較此 3 圖即可觀察 3 路段運轉型態之顯著差異。若再與圖 4.4 所呈現之臺北站與新竹站間之運轉型態，即可明確觀察臺鐵系統於東部與西部，不但辦客與非辦客車次分布型態不同，辦客列車中自強號與非自強號相對比例亦有相當之差異。



資料來源：整理自臺鐵運轉班表

圖 4.1 107 年 4 月 10 日 臺北站=蘇澳站間列車種類統計



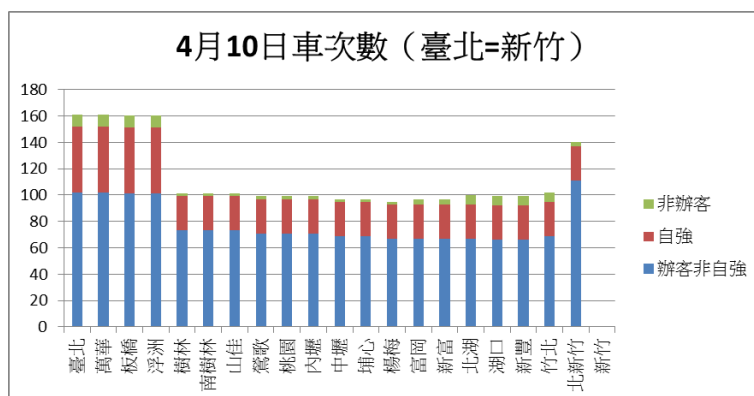
資料來源：整理自臺鐵運轉班表

圖 4.2 107 年 4 月 10 日 蘇澳新站=花蓮站間列車種類統計



資料來源：整理自臺鐵運轉班表

圖 4.3 107 年 4 月 10 日 花蓮站=臺東站間列車種類統計



資料來源：整理自臺鐵運轉班表

圖 4.4 107 年 4 月 10 日 臺北站=新竹站間列車種類統計

4.2 臺鐵第三代票務系統紀錄

於 108 年之前，臺鐵售票紀錄由其第三代票務系統所管理，亦即一般所稱之 DWH(Data Ware House)系統。該系統使用關聯式資料庫之架構，由約 200 個不同的資料表所組成。所有資料表依其功能可分為資料對照表、異動及統計表、與暫存用資料表 3 類。這 3 類資料表在整體資料庫之功能分別概述如下。

1. 資料對照表

本類共約有 100 個資料表，用以儲存車站名稱、車站次序、車站里程、各種車輛運行路徑、車種名錄清單、付款種類清單、乘客身份種類、各種加減價別、各種代碼清單、各種票種清單等靜態屬性資料，供系統運轉時對照之用。

2. 異動及統計表

本類共約有 70 個資料表，用以逐日儲存所開行車次、運量、配位資料、自動售票機交易紀錄、窗口售票機交易紀錄、自動售票機交易紀錄、電子票證刷票紀錄、閘門定期票刷票紀錄、站上補票機交易紀錄、車上補票機交易紀錄、郵局收費紀錄等動態屬性資料。

3. 暫存用資料表

本類共約有 30 個資料表，為 DWH 系統運轉過程中儲存暫時性資料之空間。

由上述簡要說明可以觀察，DWH 系統之關聯式資料庫於臺鐵局票務系統之原始設計中，係作為票務系統後端支援之用，因此資料庫之架構設計側重於票務與票款處理之功能。然而本計畫更需要的是旅次資訊，而該資料庫在這方面資訊留存與整理之功能並不完整。例如對定期票僅有進站時刻之紀錄，而對悠遊卡等各種電子票證則僅有出站時刻之紀錄。以下表 4-4 整理臺鐵 DWH 系統主要票種資料內容。

表 4-4 DWH 系統各主要票種內容摘要

資料種類	資料內容					
	車種	車站		時刻	票價	其他資料項
		起	迄			
窗口	✓	✓	✓	乘車時刻	✓	
定期票	✓	✓	✓	進站時刻		
補票	✓	✓	✓			車次、原起迄站、原票號
售票機	✓	✓	✓	交易時刻	✓	
悠遊卡等各種電子票證		✓	✓	出站時刻	✓	

資料來源：整理自 DWH 系統相關文件

目前臺鐵系統之乘客中，使用悠遊卡等各種電子票證之短程乘客旅次數量大約占 70% 之比例(各區域比例有所差異)。對於電子票證之旅次，第三代票務系統並未能收錄其刷卡進站之時間，原因在於 DWH 系統與立桿式驗票機(如圖 4.5 所示)分屬不同系統。其中立桿式驗票機為供持電子票證乘車之乘客進出站時刷卡之用。臺鐵 DWH 系統以票務與票款處理功能為主，而乘客持電子票證刷卡進站時並不扣款，因此立桿式驗票機之系統僅在出站執行扣款時將該筆交易之起點

站、終點站、票款、交易時間等資訊傳送到 DWH 系統。至於閘門式驗票機(如圖 4.6 所示)雖亦可接受電子票證，但其驗票設備與前立桿式驗票機之設備屬相同系統，因此 DWH 系統所接收之資訊亦相同。



圖 4.5 臺鐵立桿式驗票機(保安站)

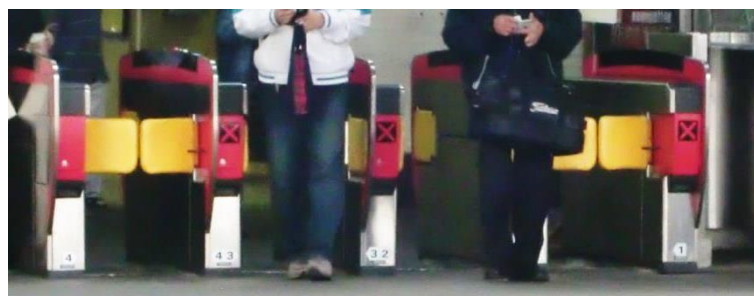


圖 4.6 臺鐵閘門式驗票機(臺南站)

本計畫進行中蒐集了臺鐵第三代票務系統近 3 年之售票紀錄，經過資料清洗並納入資料庫之後，可與前第 4.1 節所說明之班表資料相結合相互對照使用。而利用資料庫之支援能力，亦可統計各種平日、假日、連續假期或其他區間之平均分時旅客起迄車站分布數據。

4.3 臺鐵第四代票務系統紀錄

臺鐵於「票務系統整合再造計畫-票務核心系統建置」專案^[41]完成後，即自 108 年 4 月起正式啟用第四代票務系統，逐步取代已運轉逾 10 年之第三代票務系統。該系統提供了許多重要的現代化服務功能，目前已依規劃順利上線運轉。

第四代票務系統中，所有票種之資料一律使用表 2-3 所示之四代票務代碼，改善了過去第三代票務系統中，悠遊卡之車站編碼與其他票種不一致之問題。然而電子票證之驗票系統與閘門系統仍未整合，因此系統所留存之電子票證進出站紀錄，仍無刷卡進站時間之資訊。

本計畫對於第四代票務系統之資料處理目標，為探討由其中萃取旅次資料。在此目標下，目前本計畫已將資料範圍初步縮小到 100 個欄位，作為進一步釐清之範圍。所有 100 個欄位整理列舉於表 4-5。

表 4-5 臺鐵第四代票務系統相關欄位

名稱	型態	簡述	名稱	型態	簡述
EXEC_TIME	TIMESTAMP	執行時間	CLS_TKT_CODE	NVARCHAR	票券小類代碼
DATA_TIME	TIMESTAMP	資料時間	SEAT_KIND_CODE	NUMERIC	座位種類代碼
DATA_SOURCE	VARCHAR	資料來源	SELLING_WINDOW	NVARCHAR	售票窗口或機器代碼
PK_SSP_TKT_SEAT	NVARCHAR	車票座位號碼	TKT_SELLER	NVARCHAR	售票員工代碼
PK_SSP_TKT_ORDERS	NVARCHAR	車票訂單號碼	START_STA_DEP_DATE	TIMESTAMP	列車始發站發車時間
TKT_REC_NO	NVARCHAR	取票票號	TRN_ORI_STA_DEP_TIME	TIMESTAMP	旅客起站發車時間
GP_TKT_NO	NVARCHAR	團體票號	TRN_DST_STA_ARR_TIME	TIMESTAMP	旅客訖站到站時間
TKT_NO	NVARCHAR	票號	TKT_CNT	NUMERIC	張數
TKT_ORDER_STATUS_CODE	NUMERIC	車票訂單狀態	TRN_DATE	TIMESTAMP	乘車時間
TKT_STATUS_CODE	NUMERIC	車票狀態	TRN_DIRECTION	NUMERIC	行駛方向
TKT_STATUS_CODE_BI	NVARCHAR	車票狀態(BI)	TRN_THROUGH	NUMERIC	經由路線
TXN_TYPE	NUMERIC	交易類別	TRN_PAY_LINE_CODE	NVARCHAR	線別-付款站
ORDER_CREATE_DATE	TIMESTAMP	訂票時間	TRN_ORI_LINE_CODE	NVARCHAR	線別-起站
SRC_FROM_CODE	NUMERIC	車票訂單來源	TRN_DST_LINE_CODE	NVARCHAR	線別-訖站

表 4-5 臺鐵第四代票務系統相關欄位

名稱	型態	簡述	名稱	型態	簡述
SRC_FROM_CODE_BI	NVARCHAR	車票訂單來源(BI)	TRN_EST_LINE_CODE	NVARCHAR	線別-依起站或訖站在東部就歸東線
SALE_LOCATION	NVARCHAR	訂票車站或商店號碼	SEG_PAY_STA_CODE	NVARCHAR	段別-付款站
ORI_STA_CODE	NVARCHAR	起站	SEG_ORI_STA_CODE	NVARCHAR	段別-起站
DST_STA_CODE	NVARCHAR	訖站	SEG_DST_STA_CODE	NVARCHAR	段別-訖站
CHG_REAL_ORI_STA_CODE	NVARCHAR	異級票實際起站	SRC_SYS	NVARCHAR	資料來源系統
CHG_REAL_DST_STA_CODE	NVARCHAR	異級票實際訖站	SRC_DEF	NVARCHAR	資料來源定義
IS_CHG	VARCHAR	是否為異級票	CRUISE_TRN_SCH_NO	NVARCHAR	郵輪式列車行程編號
VER_NUM	VARCHAR	營運里程版本	GRP_KIND_CODE	NUMERIC	團體種類
TRN_MILE	NUMERIC	里程	GRP_TYPE_CODE	NUMERIC	團體類型
MAN_MILE	NUMERIC	延人公里	GRP_PENTALTY_PRICE	NUMERIC	團體違約金
TRN_CLASS_CODE	NUMERIC	車班代碼	GRP_PREPAY_PRICE	NUMERIC	團體預約金
TRN_KIND_CODE	NVARCHAR	車種代碼	CN_PENTALTY_PRICE	NUMERIC	退票違約金
TRN_NO	NVARCHAR	車次代碼	CN_REASON_CODE	NVARCHAR	退票原因
TKT_PRICE	NUMERIC	交易票價	CN_FEE_ID	NVARCHAR	退票手續費代碼
TKT_PRICE_TAX	NUMERIC	票價營業稅	CN_FEE	NUMERIC	退票手續費
ACCT_TKT_PRICE	NUMERIC	記帳票價	CN_ACCT_PRICE	NUMERIC	退票記帳金額
POINT_TKT_PRICE	NUMERIC	點數票價	CN_POINT_PRICE	NUMERIC	退票點數金額
BASE_TKT_PRICE	NUMERIC	基本票價	CN_REFUND_PRICE	NUMERIC	退票應退金額
DIFF_PRICE	NUMERIC	法定折讓	CN_FINAL_PRICE	NUMERIC	退票實退金額
IS_SEAT	VARCHAR	是否有座位	EX_REASON_CODE	NVARCHAR	換票原因
ACCT_CERT_NO	NVARCHAR	記帳憑證號碼	EX_FEE_ID	NVARCHAR	換票手續費代碼
ACCT_CODE	NVARCHAR	記帳單位代碼	EX_FEE	NUMERIC	換票手續費
CUST_ID_TYPE	NVARCHAR	客戶證號類別	EX_ACCT_PRICE	NUMERIC	換票記帳金額
CUST_ID_HASH	NVARCHAR	客戶證號	EX_DIFF_PRICE	NUMERIC	換票退補金額
CHG_OR_CANCEL_DATE	TIMESTAMP	退、換、註銷票日期	EX_FINAL_PRICE	NUMERIC	換票實退金額
MBR_ID	NVARCHAR	會員代碼	RE_PAY_TIME	TIMESTAMP	補票繳款時間
PAY_STA_CODE	NVARCHAR	付款車站	RE_PAY_STA_CODE	NVARCHAR	補票繳款車站
PAY_WAY_CODE	NUMERIC	付款方式代碼	RE_TRN_CLASS_CODE	VARCHAR	補票車班代碼
PAY_TIME	TIMESTAMP	付款時間	RE_FARE_ADDED_AMOUNT	NUMERIC	補票加收金額
REC_SRC_FROM_CODE	NUMERIC	取票方式來源	RE_FARE_ADDED_TAX	NUMERIC	補票加收稅金
REC_STA_CODE	NVARCHAR	取票車站	RE_FARE_ADDED_BONUS	NUMERIC	補票扣獎獎金

表 4-5 臺鐵第四代票務系統相關欄位

名稱	型態	簡述	名稱	型態	簡述
REC_TKT_TIME	TIMESTAMP	取票時間	RE_BONUS_FEE	NUMERIC	補票扣獎經辦手續費
DP_TYPE	NUMERIC	優惠種類識別碼	SP_SERVICE_FEE_AMOUNT	NUMERIC	專列服務費
PSGR_TYPE_CODE	NUMERIC	身分票種	SP_STAY_FEE_AMOUNT	NUMERIC	專列滯留費
BICYCLE_CNT	NUMERIC	腳踏車數量	SP_TRAN_TKT_PRICE	NUMERIC	專列票價
TKT_PKG_CODE	NUMERIC	票券種類	SP_LEAST_PERSON_CNT	NUMERIC	專列定員人數

資料來源：臺鐵局

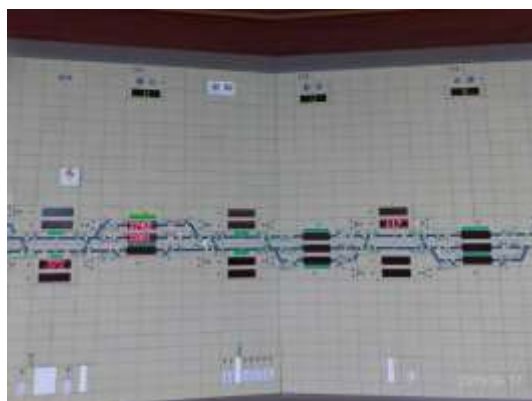
依訪談得知臺鐵於完成售票系統之轉移後，將由第四代票務系統完全取代第三代票務系統。而考量 2 套資訊系統處理票務資料方法存有相當之根本差異，串接之可行性不高且無必要性，未來第三代票務系統所累積之歷年售票紀錄將予存檔，並無線上串接之規劃。經比較表 4-5 所示之各欄位與第三代票務系統紀錄內容，本計畫亦認為串接之可行性不高。

4.4 股道佈設資料

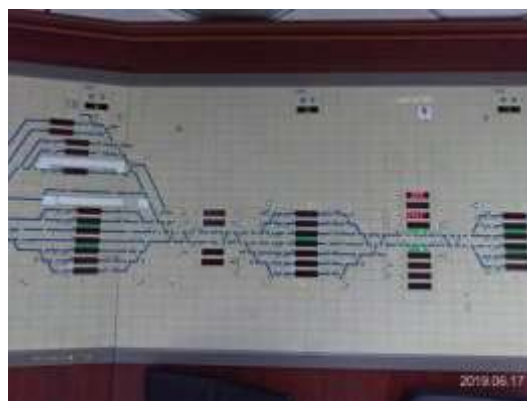
臺鐵系統擁有複雜而龐大的路軌設施資料，如路線之坡度、曲率半徑等軌道條件資料、橋樑隧道里程位置等均屬之。對於本計畫而言，關係最密切者為車站與站間之股道佈設資料。車站與站間之股道佈設型式對路線容量具有絕對性之影響，因此本計畫必須能夠精準掌握之。

車站與站間之股道佈設型式亦為臺鐵常態性維運作業中相當重要基本資料之一。實務作業中臺鐵局均以行控中心之股道佈設顯示面板之照片為標準依據。為此本計畫亦取得全套相片，拍攝時間為 108 年 6 月 17 日。所有相片總計有 204 張。以下圖 4.7 所示例為其中 2 張，左圖為位在西幹線之拔林至永康路段，涵蓋了拔林、善化、南科、

新市、永康 5 站；而右圖則為北迴線之和平至南澳路段，涵蓋了和平、漢本、武塔、南澳 4 站。



拔林至永康路段



和平至南澳路段

圖 4.7 臺鐵行控中心股道佈設圖示例

依相片資料進行數位化之後，即成為各模組所需要之股道佈設數據。所使用之數值模型將整個鐵路系統區分為系統、路線、車站/站間、及股道等 4 層，其中車站與站間視為同層之元件。在此定義下，鐵路路線即為車站/站間元件之有序集合，而鐵路系統則可視為路線之集合。至於股道則為車站或站間內部之構造，含有實體軌道以及列車動線之資訊。其中列車動線，指列車於車站中，由進站至出站之間可能採用之路徑。以下列圖 4.8 為例，該圖所示為宜蘭線四城站之股道佈設，站內共有 3 股道，由上至下為第 2 股、3 股、與 4 股，其中第 2 與第 3 股為主正線。圖中以不同線條顯示 2 種不同之可能路徑。其中之一由左側礁溪站方向以 2 股道進站，經橫渡線進入 4 股道，之後再經橫渡線由 2 股道離站。另一則由右側宜蘭站方向由 3 股道進站，再由同一股道離站。

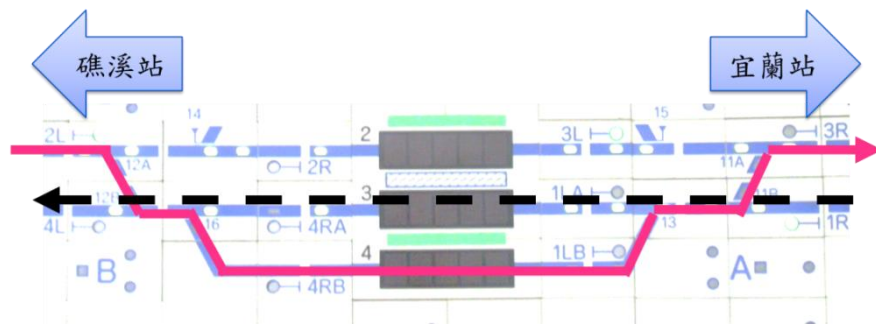


圖 4.8 列車路徑示例

這種模型架構具有高度彈性，可用以處理任何型態之車站股道佈設。這使得末端站、分岔站等較具複雜性之車站均不再具有特殊性，而能夠與其他車站以完全相同的邏輯描述之。同時本架構亦自然容許同一車站或同一站間具有多種不同版本，各使用於不同鐵路系統中。而在模型中不同的鐵路系統之間，又允許共用相同的車站版本。本計畫涵蓋了多種不同模式，這種彈性大幅降低了資料整合的難度與複雜性，又能應用於未來用以評估多種不同的建設方案之組合之需求。

第五章 分析模式

5.1 需求模式

需求模式之功能在由可用之基礎年期資料，推估未來目標年期需求之高解析度 OD 矩陣，作為供給模式作為最主要輸入資料。而供給模式之功能，則是用以求解服務計畫。如前第 3.1 節與第 3.2 節所說明，鐵路服務計畫本身之時間、空間資訊解析度與班表之解析度相當，於時間維度可達到分鐘、與空間維度可達到車站之解析度。因此供給模式所需要之輸入資訊，亦需要達到可與匹配之解析度。本計畫之需求模式即為此而設計。

需求模式之主要輸入資訊有 3 類：分站、分時之高解析度 OD 矩陣、目標年期之先驗成長率、以及先驗起迄量，分別說明如下。

1. 高解析度 OD 矩陣

對需求模式而言，此矩陣之用途是作為模式之基礎年期資料。其中含有之每一資料項，為 1 組特定起迄站之組合，在某一時段段之旅次量。用以描述高解析度 OD 矩陣之資料量相當可觀。若以表 2-3 所列之 256 處車站，並將 1 日分為 24 小時計，則該矩陣將含有約 150 萬筆資料項。

2. 分站、分時 OD 矩陣

此項資訊供需模式，在推估未來目標年期需求量時作為標竿之用。基本上本項資訊描述某組 OD 組合，在某時段之未來成長率。例如若基礎年期臺南站至臺北站，於下午 2 時(14:00)至下午 2 時 59 分 59 秒(14:59:59)之小時旅次量為 k ，而目標年期成長率為 g ，則該項 OD 資料在目標年期預估旅次量即應為 $k \times g$ 。然而受限於實際狀況，可取得的資料不可能含有所有車站之間、每小

時的完整成長率。進者，可取得之資料往往在時間或空間之解析度甚低，例如某屏柵線預期未來成長率為若干、或北部區域與東部區域間之旅次量預期成長率為若干等等。因此本模式對先驗成長率亦納入高度彈性，定義為「對應於基礎年期 OD 矩陣之某些特定資料項，其在目標年期之成長率」。在此種定義下，需求模式即可使用低解析度之成長率資料，例如以位在北部之 20 處車站為起點，以位在花蓮附近之 8 處車站為終點，加總全天之旅次量之成長率等等。

3. 先驗旅次量

此項資訊亦由需求模式作為標竿之用。其主要內容為某組 OD 組合在某時段之未來旅次量，亦可為某些 OD 組合在某些時段之未來旅次量總和。

需求模式說明如下。首先為模式之參數與集合之定義。

- S 所有屏柵線所成之集合
- OD 所有分時起迄對所成之集合
- FSL^i 屏柵線 i 之目標年期預測鐵路旅次量
- WSL^i 屏柵線 i 之目標年期預測鐵路旅次量的權重
- FOD^k 分時起迄對 k 之目標年期預測鐵路旅次量
- WOD^k 分時起迄對 k 之目標年期預測鐵路旅次量的權重
- T^i 所有經過屏柵線 i 之分時起迄對所成之集合
- G^k 分時起迄對 k 之預測成長率
- OD^k 依售票紀錄，分時起迄對 k 之鐵路旅次量
- DF^k 依先驗知識，分時起迄對 k 之成長率與 G^k 之容許差異

模式之決策變數定義如下。

- g^k 分時起迄對 k 之成長率
- sl^i 模式預估屏柵線 i 之鐵路旅次量
- dsl^i 屏柵線 i 之預測鐵路旅次量與模式估計鐵路旅次量之差異絕對值
- od^k 分時起迄對 k 之目標年期預測量

dod^k 分時起迄對 k 之預測鐵路旅次量與模式估計鐵路旅次量之差異絕對值

需求模式之限制式說明如下。以下限制式(1)使得分時起迄對 k 之目標年期預測量等於依售票紀錄所統計，分時起迄對 k 之鐵路旅次量乘上其成長率。

$$od^k = OD^k g^k \quad \forall k \in OD \quad (1)$$

限制式(2)與(3)可使得決策變數 dsl^i 至少等於屏柵線 i 之預測鐵路旅次量與模式估計鐵路旅次量之差異絕對值。

$$dsl^i \geq sl^i - FSL^i \quad \forall i \in S \quad (2)$$

$$dsl^i \geq FSL^i - sl^i \quad \forall i \in S \quad (3)$$

限制式(4)之作用在利用相關分時起迄對之預測量導出相對之屏柵線旅次量。

$$sl^i = \sum_{k \in T^i} od^k \quad \forall i \in S \quad (4)$$

以下限制式(5)及限制式(6)之作用與限制式(2)與(3)類似，目的在使得決策變數 dod^k 之值至少等於分時起迄對 k 之預測鐵路旅次量與模式估計鐵路旅次量之差異絕對值。

$$dod^k \geq od^k - FOD^k \quad \forall k \in OD \quad (5)$$

$$dod^k \geq FOD^k - od^k \quad \forall k \in OD \quad (6)$$

限制式(7)及限制式(8)之目的在達成上述之假設先驗知識，使得分起迄對 k 之成長率 g^k 應該與某值 G^k 相差在 DF^k 以內。

$$g^k \leq (1 + DF^k)G^k \quad (7)$$

$$g^k \geq (1 - DF^k)G^k \quad (8)$$

此模式所有決策變數均不可能為負值，因此並不需要非負限制式。

最後，本模式之目標函數為式(9)。

$$\min \sum_{i \in S} FSL^i dsl^i + \sum_{k \in OD} WOD^k dod^k \quad (9)$$

本模式具有以下優點。

1. 可結合售票紀錄之高解析度，以及運量預測可對未來年期作推估之優點。
2. 將外生之先驗成長率視為標竿而非硬性設定值，可容納各種不同來源、不同解析度、相互間又不一定一致之先驗知識。
3. 所有決策變數均為連續變數，因此雖然決策變數之數量不少，但預期應仍可達到相當理想求解效率。

以下以 1 個虛擬簡例顯示本模式之功能。在簡例中計有保安、仁德、中洲、大湖、路竹、及臺南共 6 處車站，並假設僅考慮 14 時至 16 時，共 3 小時之時段。假設售票紀錄之基年資料為：除同站進出之旅次量為 0 之外，在這 3 小時中，每小時兩兩間之旅次量均為 50 人次。此組資料整理於表 5-1，並於圖 5.1 以熱圖表示之。

表 5-1 模式簡例之基年起迄量

		迄					
		臺南	保安	仁德	中洲	大湖	路竹
起	臺南	0	150	150	150	150	150
	保安	150	0	150	150	150	150
	仁德	150	150	0	150	150	150
	中洲	150	150	150	0	150	150
	大湖	150	150	150	150	0	150
	路竹	150	150	150	150	150	0



圖 5.1 基年資料示例

簡例假設取得 3 份外生運輸規劃預測資料。其中第 1 份為運量預測資料，如圖 5.2 所示。該資料顯示在未來目標年期，圖中紅色的部分，其每小時起迄量為 60 人次，而綠色部分之起迄量則維持每小時 50 人次不變。同時再假設第 2 份外生資料顯示，於目標年期紅色部分之起迄量成長率將為 25%，而綠色部分之成長率則預測為 1%。此部分之熱圖與圖 5.2 所示相同，不再重複呈現。第 3 份運輸規劃資料則顯示對所有起迄組合，於 16 時此小時總旅次量將會由原每小時 1,650 人次，成長至 3,300 人次。而其餘 2 個小時之總旅次量則維持每小時 1,650 人次不變。需注意的是此 3 份外生資料，彼此並不全然一致。因此模式求解之結果，亦不可能同時完全符合每項標竿之條件。

	台南	保安	仁德	中洲	大湖	路竹
台南		綠	綠	綠	綠	綠
保安	紅		紅	紅	紅	紅
仁德	紅	綠		紅	紅	紅
中洲	紅	綠	綠		紅	紅
大湖	紅	綠	綠	綠		紅
路竹	紅	綠	綠	綠	綠	

圖 5.2 標竿起迄量/成長率資料示例

本模式以上述基年資料為基礎，以此 3 份外生運輸規劃資料為標竿，推估未來年期之 OD 資料。模式之求解整理如表 5-2，並圖示於圖 5.3。比較表 5-1 所示之基年期資料與表 5-2 之模式預估結果，可以發現該模式確實綜合了上述 3 項外生標竿資料：於 OD 矩陣之紅色區域，其旅次之增加量顯著高於綠色區域。而於綠色區域，亦反映了第 2 份外生資料，小幅成長 1%之標竿。

表 5-2 模式推估之簡例起迄量

		迄站					
		臺南	保安	仁德	中洲	大湖	路竹
起站	臺南	0	151.4	151.4	151.4	151.4	151.4
	保安	185	0	185	185	185	185
	仁德	185	151.4	0	185	185	185
	中洲	185	151.4	151.4	0	185	185
	大湖	185	151.4	151.4	151.4	0	185
	路竹	185	151.4	151.4	151.4	151.4	0



圖 5.3 目標年分起迄站預估資料示例

若進一步觀察各小時之旅次量，則可發現於下午 2 時至下午 4 時，各小時之預估旅次量依序為 1,656、1,734、與 1,656 人次，亦符合上述第 2 份外生資料所描述，15 時之成長率高於其餘 2 小時之狀況。分時統計圖示於圖 5.4。

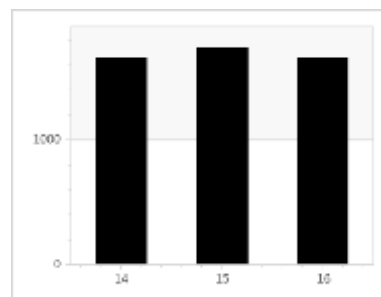


圖 5.4 目標年分時預估資料示例

5.2 供給模式

供給模式之目的在產出服務計畫。如第 3.1 節所闡述，服務計畫之主要內容為鐵路系統預定開行之車次清單，其中包含了車種、停站模式、於各站之預計到開時分等詳細資料。為了達到此目的，供給模式必須能夠結合高解析度之分站分時 OD 矩陣，以及臺鐵可用運轉資源資料，據以求解最佳服務計畫。

臺鐵系統所運行之辦客列車，可大略分為對號與非對號 2 大類。其中非對號列車以區間車為主，而對號列車則有普悠瑪、太魯閣、自強、莒光、復興等多種，但其中最主要者為普悠瑪、太魯閣、與自強。

在臺鐵系統，對號列車與非對號列車所服務之乘客族群並不相同，所提供之運輸服務型態亦有異。觀察目前實況，臺鐵全系統中，常態下非對號列車除了中壢至百福間之路段於最尖峰上班時段有運能不足現象外，其餘路段及時段非對號列車運能均充裕。因此對於非對號列車之服務計畫應由營運策略決定其開行頻率，而非由需求滿足為著眼。因此本節之探討以對號列車運能供給規劃為主。

對號列車對特定起迄站組合、特定時段提供運輸能力之因素，除了是否有於適當時間開行分別停靠該 2 站車次外，還有列車配位。所謂配位，指對於對號列車事先將可用座位分配予沿途各路段之規劃作業。此為臺鐵長年之實務作法。以下圖 5.5 即為臺鐵進行配位作業所產生之資料示例。

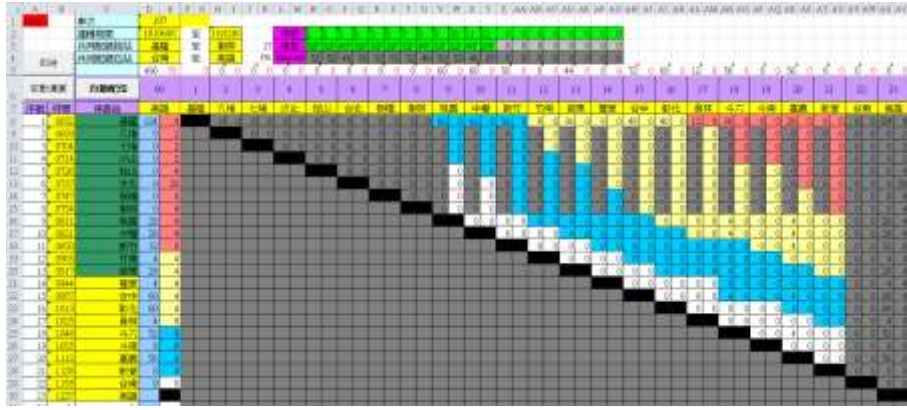


圖 5.5 臺鐵配位資料示例

配位之目的在限制眾多乘客之訂票行為，以避免某路段乘客人數所占用之座位過多，而限縮其他路段乘客所能使用之座位，以合理分配各種起迄組合乘客之權益。例如，假設某對號列車行程中停靠 A、B、C、D4 站。若所有座位均由 B 站至 C 站之乘客所訂，則由 A 站或 B 站上車，至 C 站或 D 站下車之乘客將無座位可用。然而配位亦有其副作用。對於行程中不會滿載之車次，即便完全不配位亦不會限縮任何乘客之權益。然而若配位量與需求量不盡符合，則將反而使得原本可訂到座位的乘客無位可訂，而降低列車座位資源之使用效率。為了兼顧配位制度之優點與缺點，臺鐵目前於第四代票務系統施行作法是於開放訂票初期維持配位之限制，之後即將剩餘座位開放所有乘客訂位。

本計畫所開發之供給模式以「候選車次」為基本概念，亦即模式由一組給定之候選車次中挑選最佳之可行組合，以對給定之各起迄對之分時運輸需求提供服務。模式中每一候選車次均含有以下已給定之資訊：

1. 車型：使用編組的型式，例如 PP、普悠瑪等等。由此即可到該候選車次可用的總座位數。
2. 行程：候選車次之始發站、終點站、沿途停靠站、沿途通過不停靠之車站及其順序。由此即可得到該候選車次有可能提供服務之起迄對。

3. 行點：候選車次於始發站之發車時間。由此再依其車型之基準運轉時分以及在各站之預定停靠時間長度，即可推算該候選車次於終點站之收車時間，亦可推算預定行經沿途各停靠站與通過站之時刻。

供給模式之主要輸入資訊為各起迄對之分時旅次需求量，亦即需求模式所產生之分站、分時 OD 矩陣。本模式將全日分割為 24 小時，但若有需要而起迄需求量資訊亦可配合，則亦可作不同方式之時間分割，不必修正模式之架構。此外亦需要投入鐵路基本資料。

以下分參數與集合、決策變數、及目標函數說明本模式。為了方便說明，在此之介紹作了以下假設。這些假設僅為簡化說明而設計，並不影響模式之能力。

1. 行車方向：為了易於稱呼而避免混淆，以下說明將行車方向稱為下行與上行。
2. 車型：以下說明假設僅使用 X 與 Y，計 2 種車型。若有第 3 種或更多種列車型式，模式架構並不需要任何變更。

供給模式之參數與集合定義如下。

- CT^k 候選車次 k 的總座位數
- E 總車站數
- $S = \{1, 2, \dots, E\}$ 為所有車站所成的集合
- $H = \{1, 2, \dots, 24\}$ 為全天 24 小時所成的集合
- T 所有候選車次所成的集合
- TR 所有對號列車候選車次所成的集合
- R^k 候選車次 k 的權重係數
- THX^h 在第 h 小時有上線運轉(含前後整備時間)之車型 X 車次所成的集合
- THY^h 在第 h 小時有上線運轉(含前後整備時間)之車型 Y 車次所成的集合

X^{max}	車型 X 之最大可同時使用編組數量
Y^{max}	車型 Y 之最大可同時使用編組數量
SS^k	候選車次 k 有停靠的車站所成的集合
TT_{ij}^k	候選車次 k 由車站 i 運行到車站 j 所需之時間
TM_{ij}^k	由車站 i 到車站 j 之里程距離
TT^k	候選車次 k 之全程總運行時間
H	$= \{1, 2, \dots, 24\}$ 為 1 天各小時所成的集合
TX_i^{Uh}	在第 h 小時，上行方向行經車站 i 的所有車型 X 候選車次所成的集合
TY_i^{Uh}	在第 h 小時，上行方向行經車站 i 的所有車型 Y 候選車次所成的集合
T_i^{Uh}	在第 h 小時，上行方向行經車站 i 的所有候選車次所成的集合， $T_i^{Uh} = TX_i^{Uh} + TY_i^{Uh}$
TX_i^{Dh}	在第 h 小時，下行方向行經車站 i 的所有車型 X 候選車次所成的集合
TY_i^{Dh}	在第 h 小時，下行方向行經車站 i 的所有車型 Y 候選車次所成的集合
T_i^{Dh}	在第 h 小時，下行方向行經車站 i 的所有候選車次所成的集合， $T_i^{Dh} = TX_i^{Dh} + TY_i^{Dh}$
CS_i^U	車站 i 在上行方向每小時可經過的最大車次數
CS_i^D	車站 i 在下行方向每小時可經過的最大車次數
CS_i^{UD}	車站 i 上下行合計每小時可經過的最大車次數
OD_{ij}^h	於第 h 小時由 i 至 j 之旅次需求量
ODT_{ij}^h	於第 h 小時停靠車站 i ，其後並停靠車站 j 之候選車次所成的集合
M	很大的正值常數
TD^{max}	機班人員人數上限
FTD	機班人員人力因子，為平均每位機班人員每日可上線操作列車運行之時數，為實務經驗值
TM^{max}	車班人員人數上限
FTM	車班人員人力因子，為平均每位車班人員每日可上線操作列車運行之時數，為實務經驗值

模式之決策變數定義如下。

x_{ij}^k	在對號車次 $k \in TR$ 由站 i 至站 j 的配位數
r^k	雙元整數變數，為 1 表示車次 k 有被選用開行，否則為

0

- od_{ij}^h 於第 h 小時由 i 至 j 之對號車次旅次需求量中，可於當小時被服務之量
- $od2_{ij}^h$ 於第 h 小時由 i 至 j 之旅次需求量中，於次 1 小時被服務之量。此機制使得模式能夠考量旅客選擇車次之時間彈性
- ps 可服務的對號列車旅客數
- pm 可服務的對號列車延人公里數
- pt 對號列車旅客總乘車時間
- tt 所有車次之總運行時間

本模式各限制式說明如下。限制式(10)之目的在確保每一列車之配位方式，於行程之任一處均不會超出該列車之可用座位數。

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=m+1}^E x_{ij}^k \leq CT^k \quad \forall m \in \{1, 2, \dots, E-1\} \quad (10)$$

限制式(11)使得僅有被選取之候選車次可有大於 0 之配位數量。

$$x_{ij}^k \leq Mr^k \quad \forall k \in TR, i \in S, j \in S \quad (11)$$

以下限制式(12)之作用則在使列車對於不行經或不停靠之車站，均不提供配位量。

$$x_{ij}^k = 0 \quad \forall k \in TR, i \in S \setminus SS^k \text{ or } j \in S \setminus SS^k \quad (12)$$

模式定義常數 CS_i^U 為車站 i 在上行方向每小時可經過的最大車次數，而限制式(13)則使得所被選取之上行候選車次，於第 h 小時行經車站 i 者，其總數不超過 CS_i^U 。

$$\sum_{k \in T_i^{Uh}} r^k \leq CS_i^U \quad \forall i \in S, h \in H \quad (13)$$

以下限制式(14)與限制式(13)類似，但作用於下行方向。

$$\sum_{k \in T_i^{Dh}} r^k \leq CS_i^D \quad \forall i \in S, h \in H \quad (14)$$

於臺鐵系統，由於車站股道佈設方式，上下行列車並非完全隔離。因此除了限制式(13)與限制式(14)分別對上行及下行列車之行經次數設限制外，尚需以限制式(15)對上下行合計之行經次數作限制。

$$\sum_{k \in T_i^{Uh} \cup T_i^{Dh}} r^k \leq CS_i^{UD} \quad \forall i \in S, h \in H \quad (15)$$

限制式(16)將每小時之起迄量區分為當小時被服務以及次一小時被服務者。

$$od_{ij}^h + od2_{ij}^h \leq OD_{ij}^h \quad \forall h \in H, i \in S, j \in S \quad (16)$$

限制式(17)所達成之作用，使得除第 1 小時外，每小時所有候選車次，在第 h 小時所提供由 i 站至 j 站之配位，全數用以服務當小時以及前一小時中，擬由 i 站旅行至 j 站之乘客。

$$\sum_{k \in OD T_{ij}^h} x_{ij}^k = od_{ij}^h + od2_{ij}^{h-1} \quad \forall h \in \{2, 3, \dots, 24\}, i \in S, j \in S \quad (17)$$

以下限制式(18)與限制式(17)類似，但僅用於第 1 小時。該小時並無前一小時之旅客。

$$\sum_{k \in OD T_{ij}^h} x_{ij}^k = od_{ij}^h \quad \forall h = 1, i \in S, j \in S \quad (18)$$

限制式(19)之目的在加總受到服務的對號列車乘客總人數，以供目標函數使用。

$$ps = \sum_{i \in S} \sum_{j \in S} \sum_{k \in T} x_{ij}^k \quad (19)$$

限制式(20)之目的在加總所有乘客之總旅行時間，亦供目標函數使用。

$$pt = \sum_{i \in S} \sum_{j \in S} \sum_{k \in T} TT_{ij}^k x_{ij}^k \quad (20)$$

以下限制式(21)則加總所有乘客之延人公里數。此變數亦使用於目標函數。

$$pm = \sum_{i \in S} \sum_{j \in S} \sum_{k \in T} TM_{ij}^k x_{ij}^k \quad (21)$$

限制式(21)相當於以旅行公里數作為每一乘客之權重，而旅程愈長者其權重愈重。在相同概念下，若有需要，亦可以式(22)之方式，更形加重旅程長者之權重。

$$pm = \sum_{i \in S} \sum_{j \in S} \sum_{k \in T} (TM_{ij}^k)^3 x_{ij}^k \quad (22)$$

反之，若欲降低旅程長度之權重，則可使用式(23)。

$$pm = \sum_{i \in S} \sum_{j \in S} \sum_{k \in T} (TM_{ij}^k)^{0.7} x_{ij}^k \quad (23)$$

由於旅程長度 TM_{ij}^k 為常數，因此式(22)及式(23)均為線性方程式。

限制式(24)之目的在納入可用車輛編組數量之考量。該式左側為所有使用車型 X 而且被模式選用之候選車次中，於第 i 小時中有上線運轉(含任務前後整備時間)之編組數量。而右側即為該車型之最大可用車輛數。之後限制式(25)亦類似，但作用於車型 Y 。另若有其他車型，亦可容納於此的模式架構中。

$$\sum_{k \in THX^h} r^k \leq X^{max} \quad \forall h \in H \quad (24)$$

$$\sum_{k \in THY^h} r^k \leq Y^{max} \quad \forall h \in H \quad (25)$$

以下限制式(26)計算所有被選用之候選車次之總運轉時間 tt 。

$$tt = \sum_{k \in T} TT^k r^k \quad (26)$$

鐵路系統環環相扣，牽一髮動全身。任何列車之加開或刪減除了影響運能外，亦均對人力與車輛之資源調度產生影響，必須整體考量之。其中機班人員(司機員)之值勤及派班與列車運轉時間直接相關，與運轉距離雖亦有關但影響較小。以下限制式(27)之目的在使模式納入可用機班人力之考量，亦即所選取之候選車次，其總運轉時間必須在可用機班人員資源所能負荷之範圍之內。

$$tt \leq FTD \times TD^{max} \quad (27)$$

車班人員(列車長)之值勤及派班亦有類似之限制，以式(28)達成之。

$$tt \leq FTM \times TM^{max} \quad (28)$$

以下限制式(29)至(31)則為非負限制式及雙元整數限制式。

$$x_{ij}^k \geq 0, integer \quad \forall k \in T, i \in S, j \in S \quad (29)$$

$$r^k \in \{0,1\} \quad \forall k \in T \quad (30)$$

$$od_{ij}^h \geq 0, od2_{ij}^h \geq 0, integer \quad \forall h \in H, i \in S, j \in S \quad (31)$$

本模式具有相當之彈性，可在不同政策、偏好下利用不同之目標函數來求解不同之服務計畫方案。例如，若希望得到可服務之旅客人數最多之服務計畫，則可使用式(32)作為目標函數。

$$\max \quad ps \quad (32)$$

當設定之目標為服務旅客人數最多時，可能會促使模式偏好使用較短程之配位。若使用式(33)為目標函數，則將使模式較偏好配予較多之長程配位。此目標函數可搭配限制式(21)或式(22)使用。

$$\max \quad pm \quad (33)$$

若使用本模式時，希望影響模式選擇候選車次之偏好，則可使用式(34)作為目標函數，再以設定權重係數 R^k 之方式控制模式選擇候選車次之行為。

$$\max \quad \sum_{k \in T} R^k r^k \quad (34)$$

以上僅為諸多可能性之一部分。例如，使用時亦可將式(32)至(34)之各項予以加權組合以得到綜合考量各種因素之服務計畫，亦可依需求之目的作更多之不同設計。

上述供給模式之設計，考慮了乘務人員(人)、車輛編組(車)、及路線容納列車能力(路)等運轉資源，並利用整數規劃模式求解如何最有效運用受限的提供最好的服務。模式有能力考量全系統之各方面條件以得到整體服務計畫，而非單純在供給不足之路段及時段建議加開列車，亦非在需求量低之路段及時段建議刪減列車。在對號列車方面，模式則精準考量每一車次在所有停靠站間之配位。

5.3 乘客選擇行為模擬模式

乘客選擇行為模擬模式係以分析乘客選擇行為下服務計畫可能的利用狀況。其立論基礎說明於第 3.3 節。最重要之基本假設所有乘

客均依其各自之偏好，以理性之方式選擇所搭乘之車次，或選擇不使用鐵路旅行。然而由於鐵路列車所能提供之座位數有限，因此乘客於選擇所搭乘之車次時，各乘客之間亦有可能發生訂票競爭(競票)之現象。在真實狀況下，乘客間發生競票時，係遵守先訂者先取得之制度，本計畫亦以此為規則。

真實乘客人數眾多而行為複雜，逐一精準模擬並不可行。為此，本模式假設所有乘客對於車次之選擇偏好，可以用下列參數描述之：

1. 出發時間權重

本參數為車次之出發時間與該乘客之目標出發時間之差異的權重，而車次出發時間過早與過晚，其權重可以不對稱。

2. 旅行時間權重

本參數描述乘客對於車種之偏好。不同車種之舒適度、票價等因素均可納入考量。

3. 旅行時間權重

本參數為該乘客對於旅行時間長度之權重，亦可以解讀為車上旅行時間之價值。

本模式容許於進行模擬時，可依設想將所有乘客予以分組，每組乘客賦予不同之權重組合。例如可將所有乘客分組為高時間價值與低時間價值，或依其起迄站之地理區位分組、或依旅行距離長度而分組、或綜合以上各種考量而分組等，均為模式所容許。而區分之組數、每組之人數等，亦均可依需要任意設定，不受模式能力之限制。

在乘客行為模式方面，本模式假設所有乘客對所有車次均依其權重計算各自之偏好值，據以決定其心目中可接受之車次，並排出優先順位。選擇對號列車之乘客，依隨機之先後順序，對各車次進行訂位。若某乘客無法於第 1 優先之車次訂得座位，則改訂第 2 優先之車次，

依此類推。若該乘客可接受之對號列車均無法訂得座位，則模式將安排該乘客到月臺，與未嘗試訂位之乘客一同等候。在模擬系統中，除了事先已訂位之乘客必保障其上車外，其他訂位不成功與未訂位之乘客則以隨機之順序上車，直至列車滿載為止。當列車滿載時，未能上車乘客則改等候後續車次。當所有可接受之車次均無法上車時，該乘客放棄旅行。考量現今多數臺鐵乘客之旅行模式、售票紀錄之完整性、以及模擬模式之複雜性，本模式並不考慮乘客在不同車次間之轉乘。

模擬模式除了模擬乘客之行為外，亦設計一組列車行為模式。所有列車之車上空間均分為座位與立位，其中「座位」指可接受預訂之席位，而「立位」則泛指不接受預訂之席位。在此定義下，非對號列車之定員數於模式中全部視為立位，而對號列車則除了既定之座位數外，模式中亦有一定比例之立位。由於本模式並不考慮對號列車車上之個別座位號次，因此亦不必納入同車次換座位之考量。模式亦不考慮部分路程無座之狀況。

前述乘客參數對於模擬結果具有相當之影響，但取得具說服力之良好參數值至為不易。目前本計畫已完成模擬模式之軟體開發。後續將嘗試利用大量之過往資料，歸納出可重現觀察結果之參數值。

5.4 乘客選擇參數校估模式

本模式之目的在使用售票紀錄所含有之資訊，推估該乘客群之參數。在此假設乘客可區分為若干組，同一組之乘客具有相同的參數，而不同組之間其參數可互不相同。在此，以及在後續的部分均配合臺鐵對於乘車距離之分組方式，將分組的數量設定為 3 組，分別對應短程(不足 70 公里)、中程(70 至 200 公里)、及長程(大於 200 公里)之乘客。

本模式所校估之參數項目說明如下：

1. 人數比例

所有乘客分為 3 組，每組之人數比例。3 組比例之加總必為 1.0。

2. 時間提早權重

當列車的發車時間比乘客需求的時間要早時，每單位時間的懲罰權重。

3. 時間延後權重

當列車的發車時間比乘客需求的時間要晚時，每單位時間的懲罰權重。

4. 車種偏好權重

乘客對各種不同車種偏好之綜合權重。

5. 旅行時間權重

乘客對於車上旅行時間之權重。

6. 時間提早門檻

乘客可接受的最大旅行時間提早量。亦即若列車的發車時間比乘客需求的時間要早，且提早的時間長度超過這個門檻，則該乘客不考慮選用這班列車。

7. 時間延後門檻

旅客可接受的最大旅行時間延後量。其定義與時間提早門檻類似。

參數校估的目的在找到能夠理想重現乘客選擇行為之 1 組乘客選擇參數。對於所謂「理想重現」並無公認之一致定義。本計畫評估之標準說明如下。考慮某日之 1 組給定售票紀錄，以及該日之對應班表。則此組售票紀錄所反映的，是真實的乘客在面對真實班表時選擇的結果，且其中亦包含了乘客間相互競票之影響。在理想的狀況下，利用這組給定售票紀錄，歸納統計其分站分時 OD 資料之後，再以該日之對應班表，依給定之乘客選擇參數來模擬 OD 表所代表之乘客群選擇班表及競票之過程後，模擬所得之乘客旅行狀況，應該能與真實之旅行狀況相接近。

基於上述推論，本計畫評估乘客選擇參數之方法整理於圖 5.6 之流程圖。圖之左側為 3 組外部給定之資料，分別為真實售票紀錄、所對應之真實班表、以及待評估之乘客參數。而圖之右側則為評估過程中所產生之各項資料。流程圖以實線代表操作流程，以虛線代表資料流動之路徑。首先利用真實售票紀錄以及對應班表，將售票紀錄整理統計成為分站、分時之 OD 紀錄，同時並統計出真實車次乘載率。之後則利用上述統計所得 OD 紀錄，結合真實班表，並利用待評估之乘客參數進行乘客選擇模擬。利用所產出之模擬乘車結果，再結合真實班表即可統計模擬結果之各車次乘載率。最後比對模擬結果之乘載率，以及真實紀錄統計而得之乘載率，即可據以評估該組乘客參數之品質良窳。

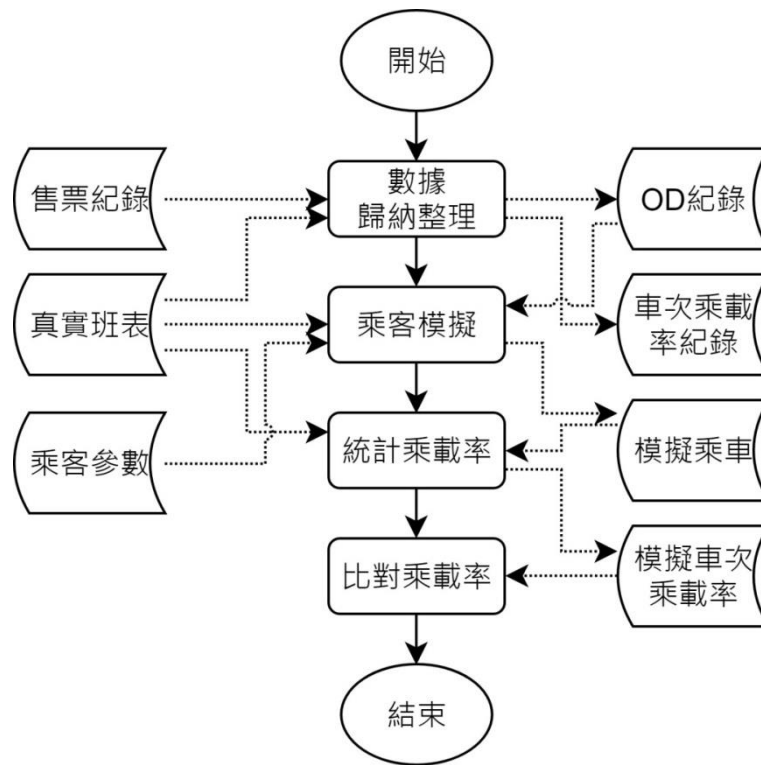


圖 5.6 參數評估流程圖

本模式利用上述評估參數之方法，開發乘客參數校估演算法，其流程如圖 5.7 所示。其基本原理是以 1 組隨機設定之參數作為初始之現行參數，在每回合演算中嘗試對現行參數作隨機之小幅度變動而得到新參數，再用上述方法評估新參數之品質，並與現行參數相比較。若新參數優於現行參數則接受以新參數取代現行參數；若新參數劣於現行參數，但劣化程度在「門檻值」以內，則亦接受新參數取代現行參數。反之，若新參數劣於現行參數，且劣化程度超過門檻值，則放棄新參數。在此演算過程中，並同時隨時紀錄所發現過之最優良參數。

經測試結果，本計畫將門檻值之初始值設定為 0.2，並於連續 100 回合無法發現更好的最優良參數時，將門檻值降低成為原值之 0.9 倍。若門檻值已連續降低 5 次而仍然無法發現更好的最優良參數時，則放棄現行參數，改用先前已知之最優良參數作為現行參數，繼續演算流程。

此種演算法設計使得門檻值必然持續降低。當門檻值低於 0.00001 時，演算法將門檻值設為 0.0，並且進入最後階段。此最後階

段之過程與前述類似，惟新參數必須優於現行參數才予接受。另本階段連續如 100 回合無法發現更佳之新參數時結束演算法。

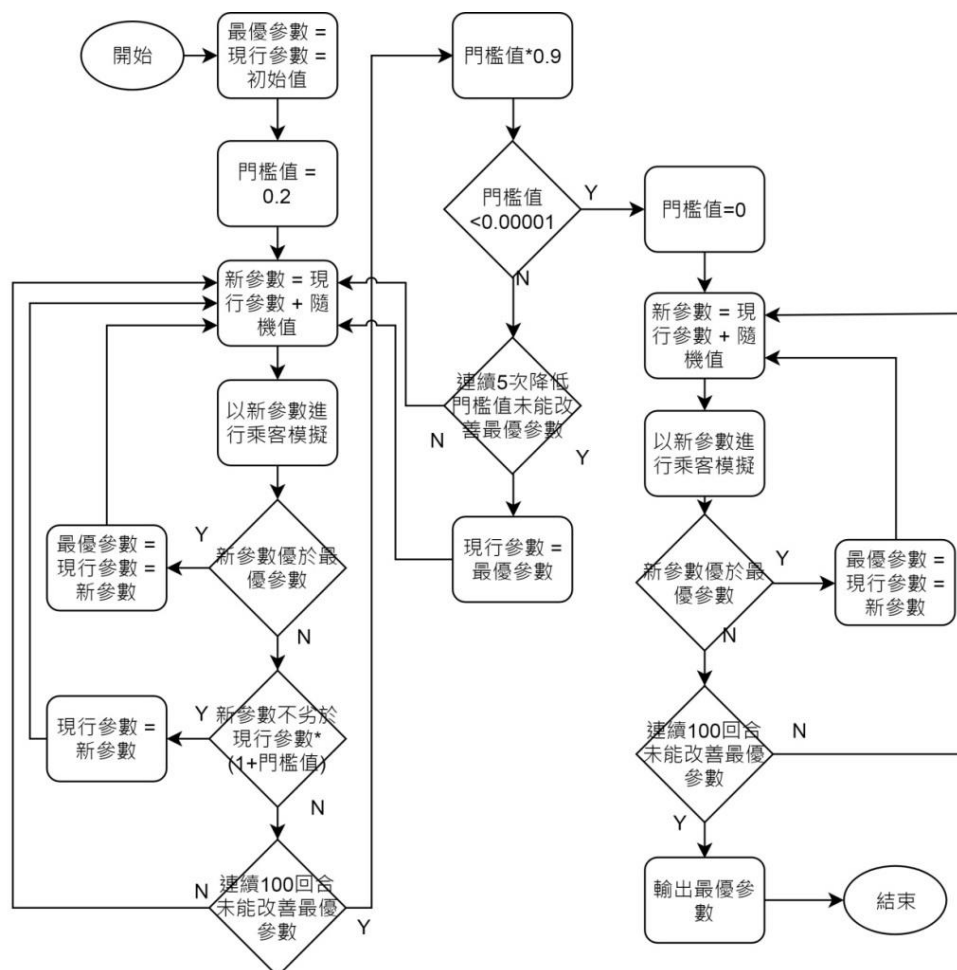


圖 5.7 參數校估流程圖

此演算法需要比較不同參數組之良窳。比較之標準為乘載率之差，亦即圖 5.6 中所示之車次乘載率紀錄與模擬車次乘載率二者之差。計算方法是對班表中之每 1 車次，取其每 2 次停站(含起終站)之間乘載率之差之絕對值，取其加總。以下圖 5.8 所示為圖 5.7 所示之流程執行過程中，此差異收斂之狀況。由此圖可觀察隨著演算法之進行，現行參數持續更新，車次乘載率紀錄與模擬車次乘載率之差亦隨之下降。本演算法所能達到之成效因案例而異，但均大抵良好。以圖 5.8 所示之測試例，其最終之參數可達到每車次每路段之平均乘載率差異約為 1.6%。

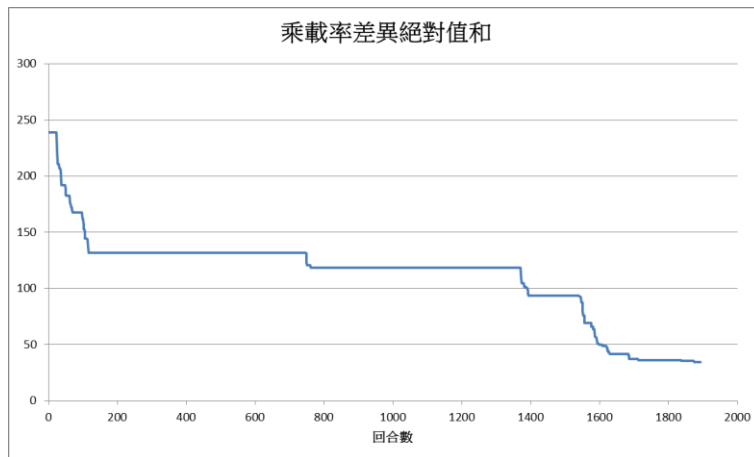


圖 5.8 參數校估收斂過程

5.5 解衝突模式

服務計畫之目的在呈現鐵路系統所擬開行之車次。雖然已考慮人、車、路等主要運轉資源，但其目的在使得後續能夠據以編擬可執行之具體計畫。因此通常服務計畫中含有許多列車之衝突，與上線運轉之需求有相當距離。為此本計畫開發解衝模式，以服務計畫為輸入之班表，再利用數學方法以排解其中之衝突。

在此模式中，路軌系統經過抽象化之後，車站與站間之路段均歸屬於同類元件，在本模式中稱為「區段」。因此，區段可指 1 處車站，或 1 處站間之路段。而區段之下層即為路徑，亦即為列車之可能動線。這種抽象方式與第 4.4 節所描述之股道數位模型是一致的，有關路徑之詳細說明亦可參閱該節。

以下將先說明解衝突模式之常數、符號、集合、決策變數等定義，之後再說明其各限制式。最後則說明目標函數。

相關常數與符號定義如下：

M 很大的正值常數

AK_i^k	列車 i 抵達區段 k 之目標時間
DK_i^k	列車 i 離開區段 k 之目標時間
KN_i^{k+}	列車 i 離開區段 k 之後將進入之區段
KX_i	列車 i 所行經之最後 1 個區段
DK_i^k	列車 i 在區段 k 之最小占用時間
HW_{ij}^{kp}	當列車 i 與列車 j 均使用區段 k 之路徑 p ，且列車 i 先行時，其間之最小時隔

相關集合定義如下：

K	所有區段所成之集合
KT_i	列車 i 所行經之所有區段所成之集合
P	所有路徑所成之集合
PV	所有虛擬路徑所成之集合
PT_i	列車 i 所可能使用之所有路徑所成之集合
PT_i^k	列車 i 可能在區段 k 中使用的所有路徑所成之集合，其中之一為虛擬路徑
T	=系統中所有列車所成之集合

雙元整數變數定義如下：

p_i^p	= 1 若列車 i 選用了路徑 p = 0 則否
c_i	= 1 若列車 i 被取消 = 0 則否
aa_{ij}^k	= 1 若列車 i 比列車 j 早抵達區段 k = 0 則否
dd_{ij}^k	= 1 若列車 i 比列車 j 早離開區段 k = 0 則否
ad_{ij}^k	= 1 若列車 i 在列車 j 離開區段 k 之前即先抵達該區段 = 0 則否
y_{ij}^k	= 1 若列車 i 與列車 j 曾經同時位在區段 k 內 = 0 若 2 列車未曾同時位在區段 k 內，或其中之一被取消
ep_i^k	= 1 若列車 i 在區段 k 使用虛擬路徑 = 0 則否

連續決策變數定義如下。

- ak_i^k 列車 i 抵達區段 k 之表訂時間
- dk_i^k 列車 i 離開區段 k 之表訂時間
- ap_i^p 列車 i 進入路徑 p 之時間。若列車 i 並未使用路徑 p ，限制式會使得 $ap_i^p = 0$
- dp_i^p 列車 i 離開路徑 p 之時間。若列車 i 並未使用路徑 p ，限制式會使得 $dp_i^p = 0$
- $eak1_i^k$ 列車 i 抵達區段 k 之表訂時間 ak_i^k 比目標時間 AK_i^k 晚的部分
- $eak2_i^k$ 列車 i 抵達區段 k 之表訂時間 ak_i^k 比目標時間 AK_i^k 早的部分
- $edk1_i^k$ 列車 i 離開區段 k 之表訂時間 dk_i^k 比目標時間 DK_i^k 晚的部分
- $edk2_i^k$ 列車 i 離開區段 k 之表訂時間 dk_i^k 比目標時間 DK_i^k 早的部分

以下說明本模式限制式：

限制式(35)設定列車 i 抵達區段 k 之表訂時間、目標時間、及偏離時間之關係。

$$ak_i^k = AK_i^k + eak1_i^k - eak2_i^k \quad \forall k \in KT_i, i \in T \quad (35)$$

限制式(36) 設定列車 i 離開區段 k 之表訂時間、目標時間、及偏離時間之關係。

$$dk_i^k = DK_i^k + edk1_i^k - edk2_i^k \quad \forall k \in KT_i, i \in T \quad (36)$$

限制式(42)使得列車 i 進入區段 k 的時間等於它進入所選用的路徑之時間。若列車 i 並未使用路徑 p ，限制式會使得 $ap_i^p = 0$ 。

$$ak_i^k = \sum_{p \in PT_i^k} ap_i^p \quad \forall k \in KT_i, i \in T \quad (37)$$

限制式(45)之功能在使列車 i 離開區段 k 的時間等於它離開所選用的路徑之時間。若列車 i 並未使用路徑 p ，限制式會使得 $dp_i^p = 0$ 。

$$dk_i^k = \sum_{p \in PT_i^k} dp_i^p \quad \forall k \in KT_i, i \in T \quad (38)$$

限制式(46)旨在維持列車在區段的最小占用時間。

$$dk_i^k \geq ak_i^k + DK_i^k \quad \forall k \in KT_i, i \in T \quad (39)$$

限制式(40)使未被列車 i 使用的路徑，其進入時間為 0。

$$ap_i^p \leq Mp_i^p \quad \forall p \in PT_i, i \in T \quad (40)$$

限制式(41) 使未被列車 i 使用的路徑，其離開時間為 0。

$$dp_i^p \leq Mp_i^p \quad \forall p \in PT_i, i \in T \quad (41)$$

限制式(42)使得列車 i 離開區段 k 之時間應等於進入下 1 區段之時間。

$$dk_i^k = ak_i^m \quad \forall k \in KT_i - \{KX_i\}, m = KN_i^{k+}, i \in T \quad (42)$$

當列車 i 被取消時，限制式(43)使得所有路徑均不被選用。

$$p_i^p \leq 1 - c_i \quad \forall p \in PT_i, i \in T \quad (43)$$

行經區段 k 之列車 i 必定使用其中一個路徑，或使用虛擬路徑。

$$\sum_{p \in PT_i^k - PV} p_i^p - ep_i^k = 1 \quad \forall k \in KT_i, i \in T \quad (44)$$

限制式(45)與(46)之作用在使得若且唯若列車 i 比列車 k 早抵達區段 k ，變數 $aa_{ij}^k = 1$ 。

$$ak_j^k - ak_i^k \leq M(aa_{ij}^k + c_i + c_j) \quad \forall k \in KT_i \cap KT_j, i, j \in T \quad (45)$$

$$ak_j^k - ak_i^k \geq M(aa_{ij}^k - c_i - c_j - 1) \quad \forall k \in KT_i \cap KT_j, i, j \in T \quad (46)$$

限制式(47)與(48)則是使得若且唯若列車 i 比列車 k 早離開區段 k ，變數 $dd_{ij}^k = 1$ 。

$$dk_j^k - dk_i^k \leq M(dd_{ij}^k + c_i + c_j) \quad \forall k \in KT_i \cap KT_j, i, j \in T \quad (47)$$

$$dk_j^k - dk_i^k \geq M(dd_{ij}^k - c_i - c_j - 1) \quad \forall k \in KT_i \cap KT_j, i, j \in T \quad (48)$$

限制式(49)與(50)之作用在使得若且唯若列車 i 在列車 j 離開區段 k 之前即先抵達該區段，變數 $ad_{ij}^k = 1$ 。

$$dk_j^k - ak_i^k \leq M(ad_{ij}^k + c_i + c_j) \quad \forall k \in KT_i \cap KT_j, i, j \in T \quad (49)$$

$$dk_j^k - ak_i^k \geq M(ad_{ij}^k - c_i - c_j - 1) \quad \forall k \in KT_i \cap KT_j, i, j \in T \quad (50)$$

以下限制式(51)使得若列車 i 與列車 j 曾經同時位在區段 k 內(亦即 $ad_{ij}^k = 1$ 而且 $ad_{ji}^k = 1$)，且該 2 列車均未被取消，則 y_{ij}^k 之值亦為 1。

$$y_{ij}^k \geq ad_{ij}^k + ad_{ji}^k - c_i - c_j - 1 \quad \forall k \in KT_i \cap KT_j, i, j \in T \quad (51)$$

限制式(52)之目的在確保以下邏輯關係成立：若列車 i 比列車 j 晚抵達區段 k ，則列車 i 必在列車 j 抵達之後才離開該區段。

$$dd_{ij}^k \leq ad_{ij}^k \quad \forall k \in KT_i \cap KT_j, \quad i, j \in T \quad (52)$$

限制式(53)與(54)為決策變數 aa_{ij}^k 與 aa_{ji}^k 之對稱條件。

$$aa_{ij}^k + aa_{ji}^k \geq 1 - c_i - c_j \quad \forall k \in KT_i \cap KT_j, \quad i, j \in T \quad (53)$$

$$aa_{ij}^k + aa_{ji}^k \leq 1 + c_i + c_j \quad \forall k \in KT_i \cap KT_j, \quad i, j \in T \quad (54)$$

限制式(55)與(56)為決策變數 dd_{ij}^k 與 dd_{ji}^k 之對稱條件。

$$dd_{ij}^k + dd_{ji}^k \geq 1 - c_i - c_j \quad \forall k \in KT_i \cap KT_j, \quad i, j \in T \quad (55)$$

$$dd_{ij}^k + dd_{ji}^k \leq 1 + c_i + c_j \quad \forall k \in KT_i \cap KT_j, \quad i, j \in T \quad (56)$$

限制式(57)使得如果列車 i 與列車 j 曾經同時位在在某區段 k ，則該 2 列車在區段 k 不可使用同一路徑。

$$p_i^p + p_j^p + y_{ij}^k \leq 2 \quad \forall p \in PT_i^k \cap PT_j^k - PV, k \in KT_i \cap KT_j, i, j \in T \quad (57)$$

限制式(58)使得當列車 i 與列車 j 均使用區段 k 之路徑 p ，且列車 i 先行時，其間能維持最小時隔。

$$ak_j^k - ak_i^k \geq HW_{ij}^{kp} - M(3 - p_i^p - p_j^p - aa_{ij}^k + c_i + c_j) \quad \begin{matrix} \forall p \\ \in PT_i^k \cap PT_j^k, \\ k \in KT_i \cap KT_j, \\ i, j \in T \end{matrix} \quad (58)$$

以下為雙元整數決策變數之雙元限制式。

$$p_i^p \in \{0,1\} \quad \forall p \in P, \forall i \in T \quad (59)$$

$$c_i \in \{0,1\} \quad \forall i \in T \quad (60)$$

$$aa_{ij}^k \in \{0,1\} \quad \forall i \in T, \forall j \in T, \forall k \in K \quad (61)$$

$$dd_{ij}^k \in \{0,1\} \quad \forall i \in T, \forall j \in T, \forall k \in K \quad (62)$$

$$ad_{ij}^k \in \{0,1\} \quad \forall i \in T, \forall j \in T, \forall k \in K \quad (63)$$

$$y_{ij}^k \in \{0,1\} \quad \forall i \in T, \forall j \in T, \forall k \in K \quad (64)$$

$$ep_i^k \in \{0,1\} \quad \forall i \in T, \forall k \in K \quad (65)$$

以下為連續決策變數之非負限制式。

$$ak_i^k \geq 0 \quad \forall i \in T, \forall k \in K \quad (66)$$

$$dk_i^k \geq 0 \quad \forall i \in T, \forall k \in K \quad (67)$$

$$ap_i^p \geq 0 \quad \forall i \in T, \forall p \in P \quad (68)$$

$$dp_i^p \geq 0 \quad \forall i \in T, \forall p \in P \quad (69)$$

$$eak1_i^k \geq 0 \quad \forall i \in T, \forall k \in K \quad (70)$$

$$eak2_i^k \geq 0 \quad \forall i \in T, \forall k \in K \quad (71)$$

$$edk1_i^k \geq 0 \quad \forall i \in T, \forall k \in K \quad (72)$$

$$edk2_i^k \geq 0 \quad \forall i \in T, \forall k \in K \quad (73)$$

5.6 系統運轉模擬模式

本模式之目的在以中觀事件模擬之方式，評估 1 組無衝突班表之穩定性。任何鐵路系統在實際運轉過程中必定產生隨機擾動。這些隨機擾動在運轉過程中發生複雜的吸收消散、累積、傳播等現象，影響到系統中各車次依循既定班表運行之能力。而其總體表現則為系統之整體準點率。因此鐵路系統之準點率同時受到班表本身，以及隨機擾動之影響。

由於這種隨機擾動之吸收消散、累積、傳播等現象相當複雜，因此不易以解析方法做全系統之評估，而有賴系統運轉模擬為之。適合臺鐵系統之此種模式應具有中觀尺度，亦即在模擬系統中可區分個別之車次，以及隨機擾動在各車次間發生之吸收消散、累積、傳播等現象，但並不需要考慮空氣阻力、牽引力、道岔扳轉等更為微觀之因素。

模擬過程以呈現班表中之所有列車在同一鐵路系統中，隨著時間推移而依班表所規範之順序逐站推進之過程。而列車在運行過程中則由模擬系統隨機產生擾動，並在推進過程中納入各種吸收消散、累積、傳播等現象。模擬完成之後即可由數據中擷取所需要之統計量。有關模擬模式之詳細設計將於後續工作中進行之。

本模擬模式需要使用以下 4 類資訊：

1. 班表資訊

此即為有待使用本模式評估之班表。

2. 鐵路系統參數

包括鐵路系統之股道佈設、各車種在各路段、各運行方向之基準運轉時分等。

3. 擾動參數

模擬時由模擬系統產生隨機擾動，而此項資料即為擾動量之平均值、標準差等統計參數。

4. 鐵路趕點能力參數

鐵路系統在發生晚點時，列車可利用班表中之寬裕時間進行趕點，以追回所延誤之時間。然而真實鐵路系統在運轉時，並不一定能夠充份利用所有的寬裕時間。本參數即在描述該鐵路系統可利用寬裕時間之能力。

第六章 軟體雛型

6.1 資料整合

綜合第四與第五章之說明可以發現本計畫涵蓋了多個不同的模式，而這些模式之間彼此性質差異甚大。同時亦可以觀察到這些模式使用了多種不同的資料。而且不同的模式可能使用相同或相近的資料，形成複雜的整體關係。因此如何有效整合這些複雜的模式與資料，便成為本計畫重要課題之一。以下表 6-1 整理與本計畫各模式相關的資料型態。

表 6-1 軟體模組所相關資料型態整理

資料型態	模式					
	需求模式	供給模式	乘客選擇 模擬模式	乘客選擇 參數校估 模式	解衝突	運轉模擬
OD 矩陣	V	V	V	V		
班表	V	V	V	V	V	V
場站路線		V			V	V
運轉參數		V			V	V

此處的資料型態並非指資料內容，而是指構成資料的資訊項目，二者並不相同。於表 6-1 中所列之各種資料型態，其構成之資訊項目說明如下。

1. OD 矩陣

指含有起點、迄點、及發生時間資訊之資料。例如臺鐵售票紀錄整理彙整、需求模式所輸出之預估未來起迄量等，均可使用此種型態之資訊來呈現。

2. 班表

指含有多數車次之資料，而每一車次均含有行經車站與站序、各車站到離時分、到站任務、服務車種、牽引種別等屬性。例如臺鐵真實班表、供給模式求解所得到之服務計畫、解衝突模式所輸出之無衝突班表等，均可使用此種型態之資訊來呈現。

3. 場站路線

指含有鐵路場站之資料，描述鐵路系統之路線、各路線之車站及站間區間之股道佈設、車站/站間之列車動線等資訊。例如臺鐵之系統現況、各種未來工程建設方案等，均可使用此種型態之資訊來呈現。

4. 運轉參數

指含有鐵路系統運轉時各種資源參數之資料，包括各種牽引種別之基準運轉時分、可用列車編組、乘務人員之人力因子等資訊。例如臺鐵之現況、各種可能的未來購車計畫、人力擴充計畫等，均可使用此種型態之資訊來呈現。

為了在軟體中有效整合各種不同的資料型態以避免不必要的軟體複雜性，本計畫設計了所有模式輸入與輸出時共用之標準檔案格式，示意如圖 6.1。該標準格式採 CSV(Comma separated value)規格，為常用的通用標準之一。此種規格之資料可很方便呈現表格式之資訊、可方便人工編輯及閱讀、並可使用 Excel、Notepad++、Wordpad 等多種常用軟體直接開啟與編輯。本計畫所設計標準格式之規範如下：

1. 必須採用 CSV 格式。
2. 資料檔之前 4 列為註解用，可存放任何資訊，軟體不予解析。

3. 資料檔之第 5 列供軟體解析用。其中第 1 欄固定為本檔案之日期時間、第 2 欄為版次。其後之欄位數不限，使用者可依需求自行設計。
4. 第 6 列固定為各欄位之標題。每一欄均必須有標題，欄位數不限，可依需求調整。
5. 第 7 列起之各列為資料，列數不限。

	A	B	C	D	E
1	Comment				
2	Comment				
3	Comment				
4	Comment				
5	Date-Time	Version			
6	Title1	Title2	Title3	Title4	Title5
7	Data	Data	Data	Data	Data
8	Data	Data	Data	Data	Data

圖 6.1 資料檔標準格式示意圖

	A	B	C	D	E	F
1	註解					
2	註解					
3	註解					
4	註解					
5	2019/4/20 12:40-V1					
6	From_ID	From_Station	To_ID	To_Station	Hour	Count
7	SA0000	基隆	SA0574	桃園	8	12
8	SF0284	南平	SF1519	臺南	12	21

圖 6.2 OD 檔標準格式示意圖

除了必要之例外，本計畫之所有軟體輸出與輸入檔，均將依圖 6.1 所示之標準設計之。例如，圖 6.2 所示為 OD 矩陣之檔案格式之範例。其規範為：

1. 使用標準格式。
2. 資料分 5 個欄位，依序為起站編碼、起站中文站名、終站編碼、終站中文站名、小時、旅次數。
3. 各欄位之標題依序為：From_ID、From_Station、To_ID、To_Station、Hour、Count。
4. 起站編碼與終站編碼採用臺鐵之車站基準碼。

5. 中文站名採用標準站名。

上述「車站基準碼」為臺鐵局於 104 年建置「臺鐵基本資料庫」時，為了克服多數不同車站編碼系統以橋接各種不同資料所編定之車站編碼。以下表 6-2 以北迴線為例，列出路線中各車站之基準碼。本計畫即以此套編碼作為本軟體之標準。

表 6-2 臺鐵北迴線車站基準碼

基準碼	車站名稱	基準碼	車站名稱
SD0902	蘇澳新	SE0478	和仁
SE0052	永樂	SE0578	崇德
SE0109	東澳	SE0631	新城
SE0189	南澳	SE0684	景美
SE0226	武塔	SE0749	北埔
SE0355	漢本	SE0795	花蓮
SE0399	和平		

6.2 平臺架構初探

本計畫開發雛型軟體的目的在為後續開發正式軟體系統預為準備，以及在開發正式軟體之前提早進入實用階段。為此，本計畫對於雛型軟體架構之設計，係以未來可持續發展為出發點，並且以長期使用為目標。

在此原則下，本計畫所初步設計之操作功能架構示意如圖 6.3。本架構方便未來的軟體使用者以專案導向方式使用軟體平臺。所有專案各自獨立，而使用者可在每一專案中管理其資料，並使用平臺中之模式以進行各種操作。

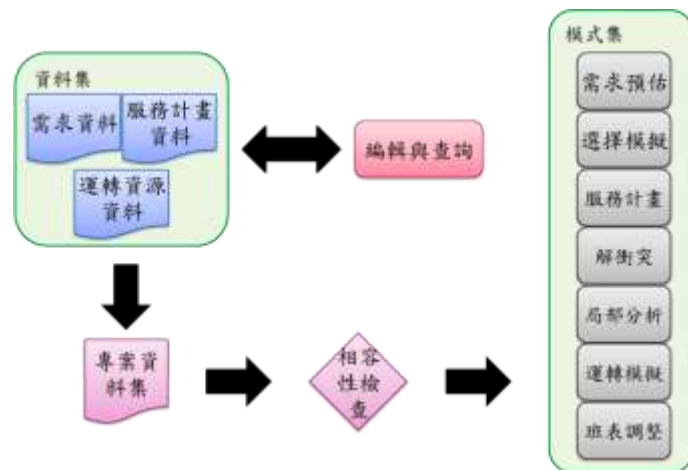


圖 6.3 軟體操作功能架構示意圖

本計畫初步構想之軟體架構示意於圖 6.4。該架構將資料之清洗、整合等前處理工作、資料儲存之資料庫、各工作模組、以及前端操作介面完全分離，以達到高度擴充彈性、可分項開發、可階段性上線使用之目的。

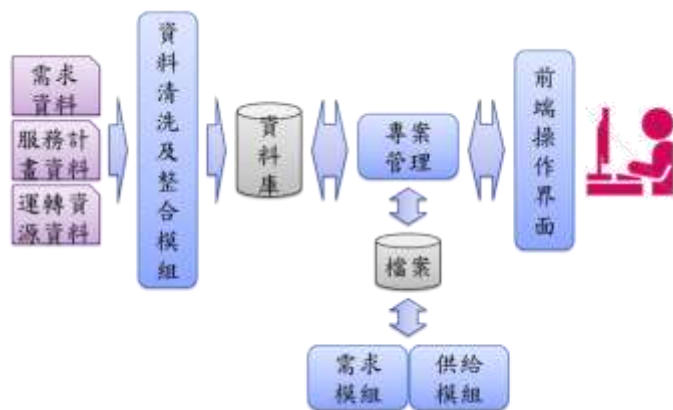


圖 6.4 軟體架構示意圖

第七章 測試案例

7.1 測試說明

本章以臺鐵系統樹林站至臺東站之東部路段為目標範圍，設計情境案例以整體呈現研究成果整合供給與需求之能力及求解效果。由於臺鐵在此範圍內之服務以對號列車為主，測試例使用自強號。此為臺鐵對號列車之主力服務車種，其中又以推拉式自強號、普悠瑪號、及太魯閣號為主，另有部分車次使用其他車型。所使用之售票紀錄、真實班表等資料均以 108 年 3 月份為主。

1. 測試情境

測試之主要情境為：假設欲求解東部區域對號列車之服務計畫。在此主要情境下，又分為 4 種不同子情境，測試在長途優先服務與短途優先服務等各種不同運轉策略下，模式所建議之服務計畫之差異。所測試之數據則有 2 組，分別取自 108 年 3 月 17 日(星期日)，以及 108 年 3 月 28 日(星期四)，分別用以代表週末以及平常日。

2. 候選車次

如第 5.2 節之說明，供給模式於求解服務計畫時，係以給定之候選車次為基礎。本測試之候選車次則是來自臺鐵系統之真實車次。臺鐵在 108 年 3 月 17 日(星期日)所開行之辦客列次中，運行範圍及於樹林站至臺東站之東部路段之自強號計有 86 列次。其車次號碼、車型、及停靠站整理於表 7-1。至於 3 月 28 日(星期四)則計有 72 列次，相關資料整理於表 7-2。

表 7-1 108 年 3 月 17 日(星期日)運行範圍及於東部之自強號清單

車次	車型	停靠站
170	PP	嘉義,大林,斗南斗六,二水田中,員林,彰化,臺中,豐原后里,苗栗,竹南,新竹,中壢,桃園,樹林,板橋,臺北松山,七堵,宜蘭,羅東,花蓮
172	PP	潮州,屏東,鳳山,高雄,新左營,臺南,善化,新營,嘉義,斗六,員林,彰化,臺中,豐原,后里,苗栗,竹南,新竹,中壢,桃園,板橋,臺北,松山,七堵,八堵,瑞芳,雙溪,福隆,頭城,礁溪,宜蘭,羅東,蘇澳新,南澳,新城,花蓮
202	普悠瑪	樹林,板橋,臺北,松山,七堵,宜蘭,羅東,花蓮
203	太魯閣	花蓮,新城,羅東,宜蘭,南港,松山,臺北,板橋,樹林
207	普悠瑪	壽豐,志學,吉安,花蓮,羅東,宜蘭,瑞芳,八堵,南港,松山,臺北,板橋,樹林
211	普悠瑪	花蓮,羅東,宜蘭,南港,松山,臺北,板橋,樹林
212	PP	樹林,板橋,臺北,松山,八堵,瑞芳,頭城,礁溪,宜蘭,羅東,蘇澳新,南澳,新城,花蓮
218	普悠瑪	樹林,板橋,臺北,松山,南港,宜蘭,羅東,新城,花蓮
228	太魯閣	樹林,板橋,臺北,松山,南港,八堵,瑞芳,頭城,礁溪,宜蘭,羅東,蘇澳新,南澳,花蓮,吉安,志學
238	普悠瑪	樹林,板橋,臺北,松山,南港,宜蘭,羅東,花蓮
246	其他	樹林,板橋,臺北,松山,八堵,瑞芳,雙溪,頭城,礁溪,宜蘭,羅東,南澳,和平,新城,花蓮
248	普悠瑪	樹林,板橋,臺北,松山,南港,宜蘭,羅東,花蓮
252	普悠瑪	樹林,板橋,臺北,松山,南港,八堵,瑞芳,宜蘭,羅東,新城,花蓮,吉安,志學,壽豐
256	太魯閣	樹林,板橋,臺北,松山,南港,頭城,礁溪,宜蘭,羅東,花蓮
272	PP	苗栗,竹南,新竹,竹北,湖口,楊梅,中壢,桃園,樹林,板橋,萬華,臺北,松山,汐止,七堵,瑞芳,雙溪,貢寮,福隆,頭城,礁溪,宜蘭,羅東,蘇澳新,花蓮
278	太魯閣	員林,彰化,沙鹿,清水,大甲,苑裡,通霄,後龍,竹南,新竹,中壢,桃園,板橋,臺北,松山,七堵,宜蘭,羅東,花蓮
280	普悠瑪	斗六,田中,員林,彰化,臺中,豐原,苗栗,板橋,臺北,松山,七堵,宜蘭,羅東,花蓮
288	普悠瑪	彰化,臺中,豐原,苗栗,新竹,中壢,桃園,板橋,臺北,松山,七堵,宜蘭,羅東,花蓮
301	其他	臺南,岡山,新左營,高雄,鳳山,屏東,潮州,枋寮,大武,太麻里,知本,臺東,玉里,瑞穗,花蓮
303	其他	新左營,高雄,鳳山,屏東,知本,臺東,關山,池上,富里,玉里,瑞穗,光復,鳳林,壽豐,志學,吉安,花蓮
306	其他	花蓮,吉安,志學,壽豐,鳳林,光復,瑞穗,玉里,富里,池上,關山,鹿野,臺東,知本,太麻里,大武,枋寮,林邊,南州,潮州,屏東,九曲堂,鳳山,高雄,新左營
307	其他	新左營,高雄,鳳山,屏東,潮州,枋寮,大武,金崙,太麻里,知本,臺東,鹿野,關山,池上,富里,玉里,瑞穗,光復,鳳林,壽豐,志學,吉安,花蓮
308	其他	花蓮,吉安,志學,壽豐,鳳林,光復,瑞穗,玉里,富里,池上,關山,鹿野,臺東,知本,太麻里,金崙,大武,枋寮,林邊,南州,潮州,屏東,鳳山,高雄,新左營
317	其他	新左營,高雄,鳳山,九曲堂,屏東,潮州,南州,林邊,枋寮,大武,金崙,太麻里,知本,臺東,關山,池上,富里,玉里,瑞穗,光復,鳳林,壽豐,志學,吉安,花蓮
323	其他	新左營,高雄,鳳山,屏東,潮州,南州,林邊,枋寮,大武,太麻里,知本,臺東,鹿野,關山,池上,富里,玉里,瑞穗,光復,鳳林,壽豐,志學,吉安,花蓮
324	其他	花蓮,瑞穗,玉里,關山,臺東,知本,屏東,鳳山,高雄,新左營,岡山,臺南
328	其他	花蓮,吉安,志學,壽豐,鳳林,光復,富源,瑞穗,玉里,富里,池上,關山,鹿野,臺東,知本,太麻里,金崙,大武,枋寮,潮州,屏東,鳳山,高雄,新左營
332	其他	花蓮,吉安,志學,壽豐,鳳林,光復,瑞穗,玉里,富里,池上,關山,臺東,知本,太麻里,大武,枋寮,潮州,屏東,鳳山,高雄,新左營
401	普悠瑪	臺東,關山,池上,玉里,瑞穗,花蓮,宜蘭,臺北,板橋,樹林
402	太魯閣	樹林,板橋,臺北,松山,宜蘭,羅東,花蓮,瑞穗,玉里,池上,關山,臺東,知本
405	太魯閣	臺東,關山,玉里,瑞穗,花蓮,南港,松山,臺北,板橋,樹林
406	普悠瑪	樹林,板橋,臺北,松山,七堵,宜蘭,羅東,花蓮,吉安,志學,壽豐,鳳林,光復,瑞穗,玉里,富里,池上,關山,鹿野,臺東
407	其他	臺東,鹿野,關山,池上,富里,玉里,瑞穗,富源,光復,鳳林,壽豐,志學,吉安,花蓮,新城,

表 7-1 108 年 3 月 17 日(星期日)運行範圍及於東部之自強號清單

車次	車型	停靠站
		南澳,蘇澳新,羅東,宜蘭,礁溪,頭城,福隆,雙溪,瑞芳,八堵,松山,臺北,板橋,樹林
408	太魯閣	樹林,板橋,臺北,松山,花蓮,玉里,臺東
410	PP	樹林,板橋,臺北,松山,花蓮,瑞穗,玉里,池上,關山,臺東
411	普悠瑪	臺東,關山,池上,玉里,瑞穗,光復,鳳林,花蓮,羅東,宜蘭,南港,松山,臺北,板橋,樹林
412	普悠瑪	樹林,板橋,臺北,松山,南港,宜蘭,羅東,花蓮,吉安,壽豐,溪口,鳳林,光復,瑞穗,玉里,富里,池上,關山,鹿野,臺東
418	PP	樹林,板橋,臺北,南港,宜蘭,花蓮,玉里,池上,關山,臺東
420	其他	花蓮,吉安,壽豐,鳳林,光復,瑞穗,玉里,富里,池上,關山,臺東
426	太魯閣	樹林,板橋,臺北,松山,花蓮,玉里,臺東,知本
436	太魯閣	樹林,板橋,臺北,松山,花蓮,瑞穗,玉里,關山,臺東
438	普悠瑪	樹林,板橋,臺北,宜蘭,花蓮,光復,瑞穗,玉里,池上,關山,鹿野,臺東
5233	PP	花蓮,新城,蘇澳新
6175	PP	花蓮,南澳,蘇澳新,羅東,宜蘭,礁溪,頭城,福隆,雙溪,瑞芳,七堵,松山,臺北,板橋,桃園,中壢,新竹,竹南,苗栗,豐原,臺中,彰化,員林,斗六,斗南,嘉義,新營,善化,臺南,岡山,新左營,高雄,鳳山,九曲堂,屏東,潮州
6177	PP	花蓮,新城,南澳,羅東,宜蘭,礁溪,頭城,福隆,雙溪,瑞芳,七堵,松山,臺北,板橋,樹林,桃園,中壢,湖口,新竹,竹南,苗栗,后里,豐原,臺中,彰化,員林,田中,二水,斗六,斗南
6178	PP	屏東,九曲堂,鳳山,高雄,新左營,岡山,臺南,善化,新營,嘉義,斗六,員林,彰化,臺中,豐原,苗栗,新竹,中壢,桃園,板橋,臺北,松山,七堵,花蓮
6181	PP	花蓮,新城,羅東,宜蘭,瑞芳,七堵,松山,臺北,板橋,桃園,中壢,新竹,苗栗,豐原,臺中,彰化,員林,田中,斗六,嘉義,新營,臺南,新左營,高雄
6187	PP	花蓮,七堵,汐止,松山,臺北,板橋,桃園,中壢,新竹,竹南,後龍,通霄,苑裡,大甲,清水,沙鹿,彰化,員林,斗六,嘉義,新營,臺南,岡山,新左營,高雄,鳳山,九曲堂,屏東,潮州
6188	PP	潮州,屏東,九曲堂,鳳山,高雄,新左營,岡山,臺南,新營,嘉義,斗南,斗六,田中,員林,彰化,臺中,豐原,后里,苗栗,竹南,新竹,中壢,桃園,板橋,臺北,松山,汐止,七堵,新城,花蓮
6208	PP	樹林,板橋,萬華,臺北,松山,八堵,瑞芳,雙溪,頭城,礁溪,宜蘭,羅東,蘇澳新,南澳,花蓮
6215	太魯閣	花蓮,羅東,宜蘭,南港,松山,臺北,板橋,樹林
6217	普悠瑪	花蓮,羅東,宜蘭,南港,松山,臺北,板橋,樹林
6221	其他	花蓮,羅東,宜蘭,松山,臺北,板橋,樹林
6222	普悠瑪	樹林,板橋,臺北,松山,南港,頭城,礁溪,宜蘭,羅東,花蓮,吉安,壽豐,溪口,鳳林
6223	普悠瑪	花蓮,新城,羅東,宜蘭,礁溪,頭城,瑞芳,八堵,南港,松山,臺北,板橋,樹林
6225	普悠瑪	鳳林,溪口,壽豐,志學,吉安,花蓮,羅東,宜蘭,南港,松山,臺北,板橋,樹林
6227	太魯閣	花蓮,松山,臺北,板橋,樹林
6229	太魯閣	志學,吉安,花蓮,南澳,蘇澳新,羅東,宜蘭,礁溪,頭城,瑞芳,八堵,南港,松山,臺北,板橋,樹林
6230	太魯閣	樹林,板橋,臺北,松山,南港,宜蘭,羅東,花蓮
6232	普悠瑪	樹林,板橋,臺北,松山,南港,宜蘭,羅東,新城,花蓮,吉安,志學,壽豐
6234	太魯閣	樹林,板橋,臺北,松山,宜蘭,羅東,花蓮
6236	其他	樹林,板橋,臺北,松山,宜蘭,羅東,花蓮
6237	普悠瑪	花蓮,新城,羅東,宜蘭,南港,松山,臺北,板橋,樹林
6239	PP	花蓮,新城,南澳,羅東,宜蘭,礁溪,頭城,福隆,雙溪,瑞芳,八堵,松山,臺北,板橋,樹林
6247	普悠瑪	花蓮,羅東,宜蘭,礁溪,頭城,松山,臺北,板橋,樹林
6251	其他	花蓮,新城,南澳,蘇澳新,羅東,宜蘭,礁溪,頭城,瑞芳,八堵,汐止,松山,臺北,板橋,樹林
6253	PP	花蓮,松山,臺北
6271	普悠瑪	花蓮,羅東,宜蘭,七堵,松山,臺北,板橋,桃園,中壢,新竹,苗栗,豐原,臺中,彰化

表 7-1 108 年 3 月 17 日(星期日)運行範圍及於東部之自強號清單

車次	車型	停靠站
6273	普悠瑪	花蓮,羅東,宜蘭,七堵,松山,臺北,板橋,豐原,臺中,彰化
6275	PP	花蓮,羅東,宜蘭,七堵,松山,臺北,板橋,桃園,中壢,新竹,竹南,苗栗,豐原,臺中,彰化,員林,田中
6282	普悠瑪	彰化,臺中,豐原,板橋,臺北,松山,七堵,宜蘭,羅東,花蓮
6283	普悠瑪	壽豐,志學,吉安,花蓮,羅東,宜蘭,七堵,松山,臺北,板橋,新竹,苗栗,豐原,臺中,彰化,員林,田中,斗六
6285	太魯閣	花蓮,羅東,宜蘭,七堵,松山,臺北,板橋,桃園,中壢,新竹,竹南,後龍,通霄,苑裡,大甲,清水,沙鹿,彰化,員林
6417	太魯閣	知本,臺東,關山,池上,玉里,瑞穗,花蓮,羅東,宜蘭,南港,松山,臺北,板橋,樹林
6421	太魯閣	臺東,玉里,花蓮,松山,臺北,板橋,樹林
6422	普悠瑪	樹林,板橋,臺北,松山,南港,八堵,瑞芳,宜蘭,羅東,花蓮,壽豐,鳳林,光復,瑞穗,玉里,富里,關山,鹿野,臺東
6425	普悠瑪	臺東,鹿野,關山,池上,富里,玉里,瑞穗,光復,鳳林,壽豐,吉安,花蓮,羅東,宜蘭,南港,松山,臺北,板橋,樹林
6431	普悠瑪	臺東,鹿野,關山,富里,玉里,瑞穗,光復,鳳林,溪口,壽豐,花蓮,羅東,宜蘭,南港,松山,臺北,板橋,樹林
6432	普悠瑪	樹林,板橋,臺北,松山,南港,七堵,宜蘭,羅東,花蓮,鳳林,光復,瑞穗,玉里,關山,臺東
6439	PP	臺東,鹿野,關山,池上,富里,玉里,瑞穗,光復,鳳林,壽豐,吉安,花蓮,羅東,宜蘭,松山,臺北,板橋,樹林
6441	太魯閣	知本,臺東,玉里,花蓮,松山,臺北,板橋,樹林
6443	PP	臺東,玉里,瑞穗,花蓮,南港,臺北,板橋,樹林
6445	普悠瑪	臺東,關山,玉里,光復,花蓮,羅東,宜蘭,松山,臺北,板橋,樹林
6447	普悠瑪	臺東,鹿野,關山,玉里,瑞穗,光復,鳳林,花蓮,羅東,宜蘭,七堵,松山,臺北,板橋,樹林
6448	普悠瑪	樹林,板橋,臺北,松山,南港,宜蘭,羅東,花蓮,吉安,壽豐,鳳林,光復,瑞穗,玉里,富里,池上,關山,臺東
6473	PP	臺東,關山,池上,玉里,瑞穗,鳳林,花蓮,宜蘭,七堵,松山,臺北,板橋,樹林,桃園,中壢,新竹,竹南,苗栗,后里,豐原,臺中,彰化

表 7-2 108 年 3 月 28 日(星期四)運行範圍及於東部之自強號清單

車次	車型	停靠站
170	PP	嘉義,大林,斗南,斗六,二水,田中,員林,彰化,臺中,豐原,后里,苗栗,竹南,新竹,中壢,桃園,樹林,板橋,臺北,松山,七堵,宜蘭,羅東,花蓮
172	PP	潮州,屏東,鳳山,高雄,新左營,臺南,善化,新營,嘉義,斗六,員林,彰化,臺中,豐原,苗栗,竹南,新竹,中壢,桃園,板橋,臺北,松山,七堵,八堵,瑞芳,雙溪,福隆,頭城,礁溪,宜蘭,羅東,蘇澳新,南澳,新城,花蓮
175	PP	花蓮,南澳,蘇澳新,羅東,宜蘭,礁溪,頭城,福隆,雙溪,瑞芳,七堵,松山,臺北,板橋,桃園,中壢,新竹,竹南,苗栗,豐原,臺中,彰化,員林,斗六,斗南,嘉義,新營,善化,臺南,岡山,新左營,高雄,鳳山,九曲堂,屏東,潮州
177	PP	花蓮,新城,南澳,羅東,宜蘭,礁溪,頭城,福隆,雙溪,瑞芳,七堵,松山,臺北,板橋,樹林,桃園,中壢,湖口,新竹,竹南,苗栗,后里,豐原,臺中,彰化,員林,田中,二水,斗六,斗南
181	PP	花蓮,新城,羅東,宜蘭,瑞芳,七堵,松山,臺北,板橋,桃園,中壢,新竹,苗栗,豐原,臺中,彰化,員林,田中,斗六,嘉義,新營,臺南,新左營,高雄
203	太魯閣	花蓮,新城,羅東,宜蘭,南港,松山,臺北,板橋,樹林
204	其他	樹林,板橋,萬華,臺北,松山,八堵,瑞芳,雙溪,頭城,礁溪,宜蘭,羅東,蘇澳新,南澳,花蓮
207	普悠瑪	壽豐,志學,吉安,花蓮,羅東,宜蘭,瑞芳,八堵,南港,松山,臺北,板橋,樹林

表 7-2 108 年 3 月 28 日(星期四)運行範圍及於東部之自強號清單

車次	車型	停靠站
211	普悠瑪	花蓮,羅東,宜蘭,南港,松山,臺北,板橋,樹林
212	PP	樹林,板橋,臺北,松山,八堵,瑞芳,頭城,礁溪,宜蘭,羅東,蘇澳新,南澳,新城,花蓮
217	普悠瑪	花蓮,羅東,宜蘭,南港,松山,臺北,板橋,樹林
218	普悠瑪	樹林,板橋,臺北,松山,南港,宜蘭,羅東,新城,花蓮
219	太魯閣	花蓮,羅東,宜蘭,南港,松山,臺北,板橋,樹林
221	其他	花蓮,羅東,宜蘭,松山,臺北,板橋,樹林
222	普悠瑪	樹林,板橋,臺北,松山,南港,頭城,礁溪,宜蘭,羅東,花蓮,吉安,壽豐,溪口,鳳林
223	普悠瑪	花蓮,新城,羅東,宜蘭,礁溪,頭城,瑞芳,八堵,南港,松山,臺北,板橋,樹林
225	普悠瑪	鳳林,溪口,壽豐,志學,吉安,花蓮,羅東,宜蘭,南港,松山,臺北,板橋,樹林
228	太魯閣	樹林,板橋,臺北,松山,南港,八堵,瑞芳,頭城,礁溪,宜蘭,羅東,蘇澳新,南澳,花蓮,吉安,志學
229	太魯閣	志學,吉安,花蓮,南澳,蘇澳新,羅東,宜蘭,礁溪,頭城,瑞芳,八堵,南港,松山,臺北,板橋,樹林
230	太魯閣	樹林,板橋,臺北,松山,南港,宜蘭,羅東,花蓮
232	普悠瑪	樹林,板橋,臺北,松山,南港,宜蘭,羅東,新城,花蓮,吉安,志學,壽豐
236	其他	樹林,板橋,臺北,松山,宜蘭,羅東,花蓮
238	普悠瑪	樹林,板橋,臺北,松山,南港,宜蘭,羅東,花蓮
239	PP	花蓮,新城,南澳,羅東,宜蘭,礁溪,頭城,福隆,雙溪,瑞芳,八堵,松山,臺北,板橋,樹林
246	其他	樹林,板橋,臺北,松山,八堵,瑞芳,雙溪,頭城,礁溪,宜蘭,羅東,南澳,和平,新城,花蓮
247	普悠瑪	花蓮,羅東,宜蘭,礁溪,頭城,松山,臺北,板橋,樹林
248	普悠瑪	樹林,板橋,臺北,松山,南港,宜蘭,羅東,花蓮
251	其他	花蓮,新城,和平,南澳,蘇澳新,羅東,宜蘭,礁溪,頭城,瑞芳,八堵,汐止,松山,臺北,板橋,樹林
252	普悠瑪	樹林,板橋,臺北,松山,南港,八堵,瑞芳,宜蘭,羅東,新城,花蓮,吉安,志學,壽豐
256	太魯閣	樹林,板橋,臺北,松山,南港,頭城,礁溪,宜蘭,羅東,花蓮
271	普悠瑪	花蓮,羅東,宜蘭,七堵,松山,臺北,板橋,桃園,中壢,新竹,苗栗,豐原,臺中,彰化
272	PP	苗栗,竹南,新竹,竹北,湖口,楊梅,中壢,桃園,樹林,板橋,萬華,臺北,松山,汐止,七堵,瑞芳,雙溪,貢寮,福隆,頭城,礁溪,宜蘭,羅東,蘇澳新,花蓮
273	普悠瑪	花蓮,羅東,宜蘭,七堵,松山,臺北,板橋,豐原,臺中,彰化
278	太魯閣	員林,彰化,沙鹿,清水,大甲,苑裡,通霄,後龍,竹南,新竹,中壢,桃園,板橋,臺北,松山,七堵,宜蘭,羅東,花蓮
280	普悠瑪	斗六,田中,員林,彰化,臺中,豐原,苗栗,板橋,臺北,松山,七堵,宜蘭,羅東,花蓮
282	普悠瑪	彰化,臺中,豐原,板橋,臺北,松山,七堵,宜蘭,羅東,花蓮
283	普悠瑪	壽豐,志學,吉安,花蓮,羅東,宜蘭,七堵,松山,臺北,板橋,新竹,苗栗,豐原,臺中,彰化,員林,田中,斗六
285	太魯閣	花蓮,羅東,宜蘭,七堵,松山,臺北,板橋,桃園,中壢,新竹,竹南,後龍,通霄,苑裡,大甲,清水,沙鹿,彰化,員林
288	普悠瑪	彰化,臺中,豐原,苗栗,新竹,中壢,桃園,板橋,臺北,松山,七堵,宜蘭,羅東,花蓮
301	其他	臺南,岡山,新左營,高雄,鳳山,屏東,潮州,枋寮,大武,太麻里,知本,臺東,玉里,瑞穗,花蓮
303	其他	新左營,高雄,鳳山,屏東,知本,臺東,關山,池上,富里,玉里,瑞穗,光復,鳳林,壽豐,志學,吉安,花蓮
306	其他	花蓮,吉安,志學,壽豐,鳳林,光復,瑞穗,玉里,富里,池上,關山,鹿野,臺東,知本,太麻里,大武,枋寮,林邊,南州,潮州,屏東,九曲堂,鳳山,高雄,新左營
307	其他	新左營,高雄,鳳山,屏東,潮州,枋寮,大武,金崙,太麻里,知本,臺東,鹿野,關山,池上,富里,玉里,瑞穗,光復,鳳林,壽豐,志學,吉安,花蓮
308	其他	花蓮,吉安,志學,壽豐,鳳林,光復,瑞穗,玉里,富里,池上,關山,鹿野,臺東,知本,太麻里,金崙,大武,枋寮,林邊,南州,潮州,屏東,鳳山,高雄,新左營

表 7-2 108 年 3 月 28 日(星期四)運行範圍及於東部之自強號清單

車次	車型	停靠站
317	其他	新左營,高雄,鳳山,九曲堂,屏東,潮州,南州,林邊,枋寮,大武,金崙,太麻里,知本,臺東,關山,池上,富里,玉里,瑞穗,光復,鳳林,壽豐,志學,吉安,花蓮
321	其他	臺東,鹿野,關山,池上,富里,玉里,瑞穗,光復,鳳林,壽豐,志學,吉安,花蓮
324	其他	花蓮,瑞穗,玉里,關山,臺東,知本,屏東,鳳山,高雄,新左營,岡山,臺南
340	其他	花蓮,吉安,志學,壽豐,鳳林,光復,富源,瑞穗,玉里,富里,池上,關山,鹿野,臺東
350	其他	花蓮,吉安,志學,壽豐,鳳林,光復,瑞穗,玉里,富里,池上,關山,臺東
401	普悠瑪	臺東,關山,池上,玉里,瑞穗,花蓮,宜蘭,臺北,板橋,樹林
402	太魯閣	樹林,板橋,臺北,松山,宜蘭,羅東,花蓮,瑞穗,玉里,池上,關山,臺東,知本
406	普悠瑪	樹林,板橋,臺北,松山,七堵,宜蘭,羅東,花蓮,吉安,志學,壽豐,鳳林,光復,瑞穗,玉里,富里,池上,關山,鹿野,臺東
407	其他	臺東,鹿野,關山,池上,富里,玉里,瑞穗,富源,光復,鳳林,壽豐,志學,吉安,花蓮,新城,南澳,蘇澳新,羅東,宜蘭,礁溪,頭城,福隆,雙溪,瑞芳,八堵,松山,臺北,板橋,樹林
408	太魯閣	樹林,板橋,臺北,松山,花蓮,玉里,臺東
410	PP	樹林,板橋,臺北,松山,花蓮,瑞穗,玉里,池上,關山,臺東
411	普悠瑪	臺東,關山,池上,玉里,瑞穗,光復,鳳林,花蓮,羅東,宜蘭,南港,松山,臺北,板橋,樹林
412	普悠瑪	樹林,板橋,臺北,松山,南港,宜蘭,羅東,花蓮,吉安,壽豐,溪口,鳳林,光復,瑞穗,玉里,富里,池上,關山,鹿野,臺東
417	太魯閣	知本,臺東,關山,池上,玉里,瑞穗,花蓮,羅東,宜蘭,南港,松山,臺北,板橋,樹林
420	其他	花蓮,吉安,壽豐,鳳林,光復,瑞穗,玉里,富里,池上,關山,臺東
421	太魯閣	臺東,玉里,花蓮,松山,臺北,板橋,樹林
422	普悠瑪	樹林,板橋,臺北,松山,南港,八堵,瑞芳,宜蘭,羅東,花蓮,壽豐,鳳林,光復,瑞穗,玉里,富里,關山,鹿野,臺東
425	普悠瑪	臺東,鹿野,關山,池上,富里,玉里,瑞穗,光復,鳳林,壽豐,吉安,花蓮,羅東,宜蘭,南港,松山,臺北,板橋,樹林
426	太魯閣	樹林,板橋,臺北,松山,花蓮,玉里,臺東,知本
431	普悠瑪	臺東,鹿野,關山,富里,玉里,瑞穗,光復,鳳林,溪口,壽豐,花蓮,羅東,宜蘭,南港,松山,臺北,板橋,樹林
432	普悠瑪	樹林,板橋,臺北,松山,南港,七堵,宜蘭,羅東,花蓮,鳳林,光復,瑞穗,玉里,關山,臺東
438	普悠瑪	樹林,板橋,臺北,宜蘭,花蓮,光復,瑞穗,玉里,池上,關山,鹿野,臺東
439	PP	臺東,鹿野,關山,池上,富里,玉里,瑞穗,光復,鳳林,壽豐,吉安,花蓮,羅東,宜蘭,松山,臺北,板橋,樹林
441	太魯閣	知本,臺東,玉里,花蓮,松山,臺北,板橋,樹林
445	普悠瑪	臺東,關山,玉里,光復,花蓮,羅東,宜蘭,松山,臺北,板橋,樹林
447	普悠瑪	臺東,鹿野,關山,玉里,瑞穗,光復,鳳林,花蓮,羅東,宜蘭,七堵,松山,臺北,板橋,樹林
448	普悠瑪	樹林,板橋,臺北,松山,南港,宜蘭,羅東,花蓮,吉安,壽豐,鳳林,光復,瑞穗,玉里,富里,池上,關山,臺東
5233	PP	花蓮,新城,蘇澳新

候選車次中，除了以上表 7-1 所列之各車次外，於 3 月 17 日(星期日)之測試中並加入 32 列次之額外候選車次由供給模式綜合選用。這些外加之候選車次可依其起迄行程，停靠：樹林、板橋、萬華、臺北、松山、南港、汐止、七堵、八堵、瑞芳、雙溪、貢寮、福隆、頭城、礁溪、宜蘭、羅東、冬山、蘇澳新、南澳、

和平、新城、花蓮、志學、吉安、壽豐、鹿野、關山、池上、富里、玉里、瑞穗、富源、光復、鳳林、溪口、臺東、瑞源等站。這些站為臺鐵班表中，曾經停靠任一車次自強號者。

每一列次之外加候選車次，均以一列既有之普悠瑪號自強號之起終站為其起終站，但停靠沿途上列各車站。例如表 7-1 中，6217 次普悠瑪列車由花蓮站發車，以樹林站為終點，沿途停靠羅東、宜蘭、南港、松山、臺北、板橋各站。則其對應之外加候選車次亦同樣由花蓮站發車，以樹林站為終點，而沿途則停靠新城、和平、南澳、蘇澳新、冬山、羅東、宜蘭、礁溪、頭城、福隆、貢寮、雙溪、瑞芳、八堵、七堵、汐止、南港、松山、臺北、萬華、板橋各站。在測試中求解供給模式時，表 7-1 中其餘之普悠瑪號列車均以相同之方式各賦與一列次對應之外加候選車次。所有外加候選車次均設定同樣使用普悠瑪車型，但由於停站較多，其運轉時間亦較長。

對於 3 月 28 日(星期四)之測試，亦以相同之方法額外加入候選車次。當天共開行 30 列次之普悠瑪號，因此額外加入候選車次亦為對應之 30 列次。

3. 售票紀錄

取用臺鐵 108 年 3 月 17 日(星期日)及 3 月 28 日(星期四)之真實售票紀錄中，搭乘對號列車之部分。其資料來自 DWH 系統。

4. 運量預測

為了得到較明顯而易於觀察求解效能之測試效果，測試例假設起點或迄點位在東部之 OD，其需求量成長成為原來(亦即售票紀錄)之 2.5 倍，其餘之 OD 則需求量不變。圖 7.1 所示為 3 月 17 日(星期日)，以此方法所得之運量預測起迄分布熱圖。為了易於觀察，該圖僅顯示東部之部分。該圖之橫向與縱向大略可以花蓮站劃分為四區塊，左上區塊為一部分西幹線以及宜蘭線、北迴

線；右下區塊則為臺東線。熱圖顯示樹林站至臺北站、以及宜蘭羅東兩站，其範圍與其他所有站均有較多之往來旅次量。除此之外則是花蓮以北及花蓮以南兩範圍內之內部往來旅次較多，但跨範圍之往來旅次量相對較低。

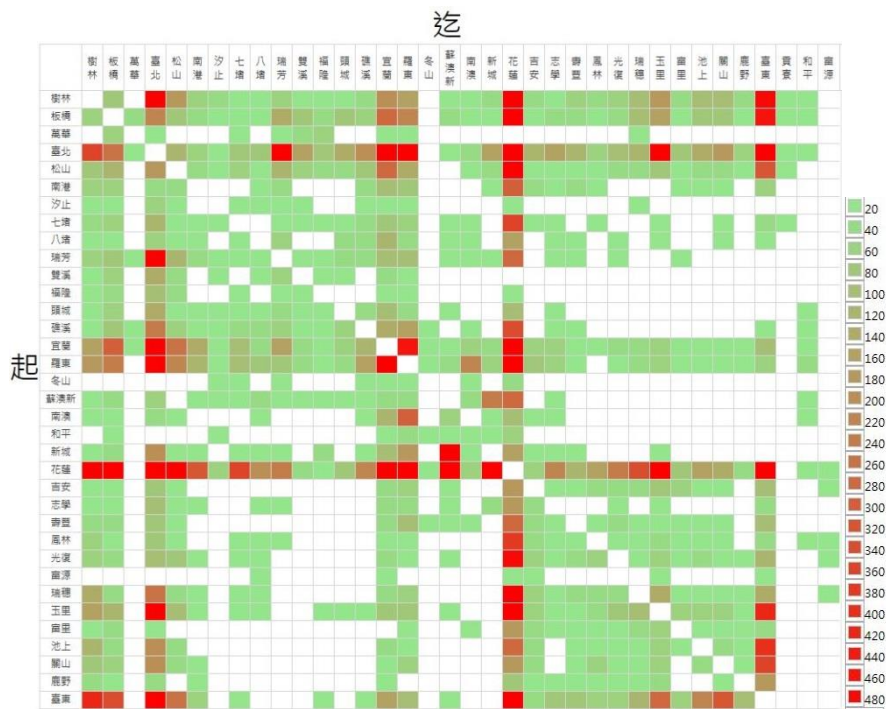


圖 7.1 OD 需求熱圖(108 年 3 月 17 日數據僅東部)

圖 7.2 為以各站為迄站之旅次量，由圖可觀察到臺北與花蓮兩站之旅次量遠高於其餘各站。

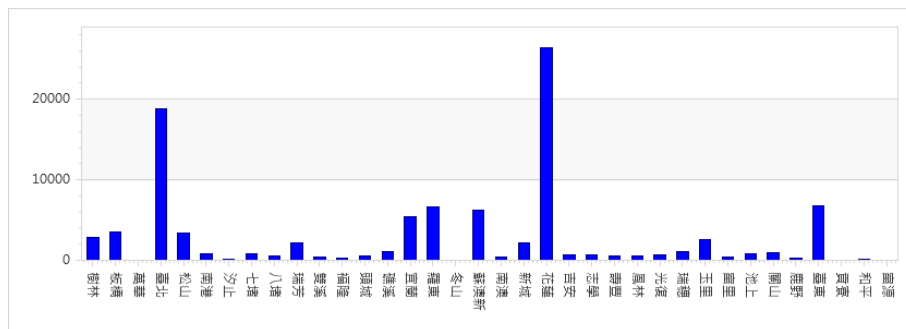


圖 7.2 目的站人數長條圖(108 年 3 月 17 日數據僅東部)

7.2 測試內容

本章所設計之測試內容說明如下。

1. 乘客選擇參數校估

利用售票紀錄及對應之班表，推估乘客參數。此步驟使用乘客選擇模參數校估模式，並且使用了真實售票紀錄、真實班表等數據。

2. 未來 OD 推估

以真實售票紀錄為基礎，利用需求模式推估未來之 OD 需求量。

3. 求解服務計畫

使用供給模式，在各種不同的情境設定下求解適當之服務計畫。此步驟使用了所推估之未來之 OD 量、班表、場站路線、運轉參數等數據。

4. 服務計畫模擬評估

使用乘客選擇模擬模式，用以評估乘客在面對服務計畫所提供之車次時，可能的選擇結果。

7.3 乘客參數校估

乘客參數校估之目的在得到乘客選擇行為之偏好參數，亦為本計畫之乘客選擇參數校估模式之目的。考慮在週末與平常日搭乘鐵路列車之乘客客群可能不同，而同一乘客在週末與平常日之偏好參數亦不一定相同，本測試對星期日與星期四各進行獨立之參數校估。

對於星期日之部分，乘客參數校估測試之方法，是取 108 年 3 月 24 日(星期日)之售票紀錄以及相對應之實際班表，以不同之亂數進行 2 次獨立之參數校估，再以這 2 組參數，分別對 108 年 3 月 3 日(星期日)進行乘客選擇模擬，並與當日真實之車次乘載率紀錄相比較。參數校估之方法詳如第 5.4 節及圖 5.7 所示。2 組校估所得之參數值分別整理於表 7-3 及表 7-4。

至於星期四之資料，則亦以上述相同之方法，取 108 年 3 月 21 日(星期四)之售票紀錄與相對應實際班表，用不同之亂數進行 2 次參數校估，再以 108 年 3 月 14 日(星期四)之售票紀錄進行乘客選擇模擬，並相互比較。2 組校估所得之參數值分別整理於表 7-5 與表 7-6。

表 7-3 乘客選擇參數(108 年 3 月 24 日星期日參數 A)

組別	人數比例	旅程長度 (公里)	容許門檻(分鐘)		權重				
			提早	延後	提早	延後	車種偏好	票價	旅行時間
1	0.345822	0-70	13.1349	10.4751	266.998	503.089	119.689	3.00409	1341.56
		70-200	82.7806	10.8921	102.644	1157.47	129.345	10.6013	576.442
		200-999	24.8032	57.7394	115	898.044	303.541	17.6324	1456.45
2	0.503435	0-70	42.9497	18.4615	10.0614	198.321	1.42935	506.913	3.76144
		70-200	21.1262	19.1936	7.92105	31.2627	13.5411	208.161	3.25589
		200-999	43.5331	39.0829	4.22659	24.3911	9.81466	185.097	11.2333
3	0.150743	0-70	107.899	62.2524	52.0225	91.1952	365.398	933.818	87.6952
		70-200	164.849	28.3855	57.1693	67.9983	1446.8	1095.79	78.4661
		200-999	133.947	51.2265	42.6747	132.531	820.278	305.084	39.2912

表 7-4 乘客選擇參數(108 年 3 月 24 日星期日參數 B)

組別	人數比例	旅程長度 (公里)	容許門檻(分鐘)		權重				
			提早	延後	提早	延後	車種偏好	票價	旅行時間
1	0.788334	0-70	27.8823	18.7742	130.706	190.608	163.426	4.696	430.209
		70-200	43.232	14.2448	477.395	515.362	132.421	18.8795	527.803
		200-999	39.2774	58.3272	1637.33	403.785	194.519	8.82899	513.436
2	0.150685	0-70	20.7403	12.1324	11.4086	39.3405	1.72014	2334.18	15.2894
		70-200	145.189	21.9316	19.6729	32.1138	13.762	388.284	8.31992
		200-999	25.2165	36.2649	5.63016	90.4838	13.869	1728.13	13.7825
3	0.060981	0-70	84.4703	35.5789	208.669	65.4095	450.164	335.767	250.165
		70-200	124.554	124.336	157.666	119.938	973.491	269.028	101.076
		200-999	181.555	99.7854	68.3952	33.4473	662.81	840.967	95.8663

表 7-5 乘客選擇參數(108 年 3 月 21 日星期四參數 A)

組別	人數比例	旅程長度 (公里)	容許門檻(分鐘)		權重				
			提早	延後	提早	延後	車種偏好	票價	旅行時間
1	0.011897	0-70	20.8481	7.32891	37.429	90.9469	92.95	0.122603	822.554
		70-200	21.3764	22.9537	89.2726	249.683	167.913	24.3865	193.823
		200-999	30.7417	3.01234	495.094	135.658	197.718	0.570625	3006.96
2	0.483085	0-70	19.3466	7.41296	1.05722	98.093	2.72155	447.229	1.22045
		70-200	24.8886	8.70229	81.5605	7.0584	0.643892	1204.89	5.40134
		200-999	202.076	28.9052	1.15782	45.1656	0.661258	664.529	1.30699
3	0.505018	0-70	4.25204	111.322	5.67217	75.2193	37.3855	24.4364	312.479
		70-200	37.9309	9.18371	47.59	6.75753	1881.85	66.2126	18.3718
		200-999	4.63522	20.8314	28.7761	214.037	2857.59	68.1848	2062.09

表 7-6 乘客選擇參數(108 年 3 月 21 日星期四參數 B)

組別	人數比例	旅程長度 (公里)	容許門檻(分鐘)		權重				
			提早	延後	提早	延後	車種偏好	票價	旅行時間
1	0.255767	0-70	5.82928	10.563	824.174	131.954	14.4225	3.68166	61.6807
		70-200	118.2	85.5034	184.417	337.029	190.247	0.941542	2030.24
		200-999	4.05354	12.3332	650.601	1237	3.14806	4.56941	1354.81
2	0.608851	0-70	60.2	39.1466	10.3694	21.8777	8.63854	104.806	5.43083
		70-200	7.85944	15.5101	1.78548	9.02492	7.30874	233.104	1.11843
		200-999	7.00918	3.91268	12.6694	21.0054	10.4181	1850.24	45.1478
3	0.135382	0-70	223.808	41.6269	4.25654	4.43936	25.4779	783.366	15.2511
		70-200	34.9087	7.04599	20.5737	36.2503	2569.17	912.27	7.26372
		200-999	214.064	2.27231	2.45564	8.21291	414.749	5.2827	57.598

綜上所述，本計畫對 108 年 3 月 21 日(星期四)、24 日(星期日)各進行 2 組獨立之參數校估，並各得到不同之參數值。以下將取用 108 年 3 月 14 日(星期四)，以及 108 年 3 月 3 日(星期日)，分別用 2 組不同之參數值各進行乘客模擬，並比較其結果。模擬使用之方法為第 5.3 節所說明之乘客選擇行為模擬模式。

模擬結果比較之方法，是針對同一天之數據，比較 A 組參數模擬結果之各車次乘載率、B 組參數模擬結果之各車次乘載率、以及由真實售票紀錄整理統計所得之各車次乘載率。

以下表 7-7 所整理為利用以 108 年 3 月 24 日(星期日)售票紀錄校估而得之 A、B2 組乘客參數，分別對 108 年 3 月 3 日(星期日)進行模擬之結果比較。表之最左側欄為差異量範圍，而右側 3 欄分別顯示 3 種差異。其中「A-B」欄為：同一車次，利用參數 A 模擬所得之乘載率，減去利用參數 B 模擬所得之乘載率所得之差值統計。表中可觀察到所有 95 列次之差值均落在 0 至 0.2 之間，顯示 2 組參數本身雖然不同，但模擬結果類似。其後之「A-紀錄」欄亦為類似之統計，但為利用參數 A 模擬所得之乘載率，減去利用真實售票紀錄統計所得乘載率之差值。最後，「B-紀錄」欄則為利用參數 B 模擬所得之乘載率，減去利用真實售票紀錄統計所得乘載率差值之統計。

表 7-7 108 年 3 月 3 日(星期日)模擬比較

乘載率差異	車次數量		
	A-B	A-紀錄	B-紀錄
-0.4 ~ -0.3	0	0	0
-0.3 ~ -0.2	0	2	5
-0.2 ~ -0.1	0	8	6
-0.1 ~ 0	0	16	21
0 ~ 0.1	51	23	14
0.1 ~ 0.2	44	16	23
0.2 ~ 0.3	0	15	15
0.3 ~ 0.4	0	10	9
0.4 ~ 0.5	0	5	2

註：總車次數=95

表 7-8 108 年 3 月 14 日(星期四)模擬比較

乘載率差異	車次數量		
	A-B	A-紀錄	B-紀錄
-0.4 ~ -0.3	0	1	0
-0.3 ~ -0.2	1	1	0
-0.2 ~ -0.1	1	7	4
-0.1 ~ 0	16	15	3
0 ~ 0.1	33	23	32
0.1 ~ 0.2	17	16	26
0.2 ~ 0.3	2	3	3
0.3 ~ 0.4	2	4	4
0.4 ~ 0.5	0	2	0

註：總車次數=72

7.4 服務計畫

本測試取 108 年 3 月 17 日(星期日)與 108 年 3 月 28 日(星期四)之資料，各自區分為 4 種不同之情境分別測試之。其中情境 1 為偏好服務短程乘客，亦即於供給模式之目標函數中，給予旅程較長者相對較輕之權重。而情境 4 則為最偏好服務長程乘客。其餘情境 2 與情境 3 則介於中間。同時為了方便觀察比較，供給模式均限制於求解時，

必須由相對應之「正常停靠模式」以及「多停靠站模式」2 個候選車次中選擇其一。在此設定下，所有情境求解所得之總車次數均相同。測試結果分別說明如下。

1. 停靠模式選擇測試

在各種不同情境下，供給模式選用候選車次之狀況整理於表 7-9。由該表數據可觀察到模式有能力依所設定之偏好選擇適當停靠站模式之候選車次，而且設定愈為偏好服務短程乘客時，供給模式亦配合較偏向選用停站較多之候選車次，反之亦然。

表 7-9 停靠模式選擇

情境	多站停靠列次數		說明
	3/17 星期日	3/28 星期四	
總列次數	86	72	
1	30	29	最為偏好服務短程乘客
2	22	23	次偏好服務短程乘客
3	19	16	次偏好服務長程乘客
4	18	16	最為偏好服務長程乘客

2. 規劃與模擬乘載率比較

供給模式於求解服務計畫過程中，同時考慮如何將座位分配予各種不同起迄對、不同需求時段之需求，亦即各車次之配位計畫。利用這些配位資料可計算供給模式之規劃乘載率，亦即倘若所有乘客均遵守服務計畫之安排選搭列車，各車次將達到之乘載率。然而真實狀況下不可能由鐵路系統營運者分配每位乘客所搭乘之車次；真實乘客係依其自身之偏好而選擇其搭乘之車次，或選擇放棄旅行。

在現實中不可能得知所有乘客之真實偏好與真實選擇過程。在此利用乘客選擇行為模擬模式進行模擬，嘗試比較供給模式規劃之乘載率，與模擬結果之異同。其方法說明如下。針對每一情境，均分別使用供給模式求解所得之配位計畫計算各車次之規劃乘載率，並且以該服務計畫進行乘客選擇模擬，之後再計算

模擬所得之各車次之模擬乘載率。最後再用規劃乘載率減去模擬乘載率而得到各車次之乘載率差值。以下表 7-10 及表 7-11 即為其統計結果。由表 7-10 之數據可觀察到 108 年 3 月 17 日(星期日)之 4 種情境均有類似之狀態，亦即大部分車次，兩種乘載率之差異大都落在-0.1 至 0.3 之間。而表 7-11 所示 108 年 3 月 28 日(星期四)數據之測試結果亦類似。

表 7-10 規劃乘載率與模擬乘載率差異統計(108 年 3 月 17 日
星期日)

差異範圍	列次數			
	情境 1	情境 2	情境 3	情境 4
-1 ~ -0.6	1	0	0	0
-0.6 ~ -0.5	0	2	2	2
-0.5 ~ -0.4	1	0	0	0
-0.4 ~ -0.3	0	1	0	1
-0.3 ~ -0.2	3	0	1	1
-0.2 ~ -0.1	4	2	1	1
-0.1 ~ 0	20	9	13	11
0 ~ 0.1	18	16	16	15
0.1 ~ 0.2	13	16	12	15
0.2 ~ 0.3	8	17	19	19
0.3 ~ 0.4	7	8	6	4
0.4 ~ 0.5	5	5	5	6
0.5 ~ 0.6	3	6	7	7
0.6 ~ 0.7	3	2	1	1
0.7 ~ 1	0	2	3	3

註：總列次數=86

表 7-11 規劃乘載率與模擬乘載率差異統計(108 年 3 月 28 日
星期四)

差異範圍	列次數			
	情境 1	情境 2	情境 3	情境 4
-1 ~ -0.6	0	0	0	0
-0.6 ~ -0.5	2	2	2	2
-0.5 ~ -0.4	0	0	0	0
-0.4 ~ -0.3	2	1	1	1
-0.3 ~ -0.2	1	1	1	1
-0.2 ~ -0.1	6	2	2	2
-0.1 ~ 0	16	5	6	6
0 ~ 0.1	13	16	16	17
0.1 ~ 0.2	14	6	8	7
0.2 ~ 0.3	6	19	16	15
0.3 ~ 0.4	3	8	6	7
0.4 ~ 0.5	3	4	6	6
0.5 ~ 0.6	3	5	5	4
0.6 ~ 0.7	3	2	2	3
0.7 ~ 1	0	1	1	1

註：總列次數=72

7.5 結果討論

本章以第 3.4 節所提出，呈現於圖 3.3 之鐵路供需規劃流程進行整合測試。由測試結果可作以下各點之觀察。

1. 乘客參數

利用同一組售票紀錄及對應之班表數據、不同亂數種子進行乘客選擇參數校估，所得到之參數值並不相同。但用這 2 組不同之參數值，再對另一天之售票紀錄及對應之班表數據進行模擬時，可得到相近之結果。此種結果顯示能用以描述同一組乘客集體行為之參數值並非唯一。在本應用，描述乘客選擇行為之參數共有 66 個，但描述選擇結果(亦即選擇結果，各車次在各路段之

乘載率)之數據卻遠超過 1000 項。使用低自由度之數據組，描述高自由度之數據組時，這種多對一為常見之現象。

2. 供給模式

本章之各測試例顯示供給模式確有能力配合需要之偏好而設計適當之服務計畫。

3. 規劃與模擬之差異

本計畫所提出之供給模式，於求解服務計畫時一併考量各車次用以服務各 OD 需求之座位數。實務規劃服務計畫時，亦作相同考量。然而真實之乘客各依其偏好而選擇車次搭乘，因此規劃之座位分配方式與真實之利用方式必然有所不同。其間之差異具有參考價值，但在實況中卻無任何方法能夠確實得知。本章配合模式測試，利用第 5.3 節所說明之乘客選擇行為模擬模式，針對供給模式求解得到之服務計畫進行乘客模擬，並用以觀察規劃乘載率與模擬乘載率之差異。

4. 模式整合及應用

本章之測試結果顯示各模式確實具有整合運用之能力，而且能夠在所設定運轉資源之限制下，求解得到如何將有限的運能作最佳化的運用，並具體解得含配位資訊之服務計畫。此外，各種鐵路相關建設計畫、新車購置、舊車汰除、人員員額調整等大都可涵蓋於運轉資源變動之範圍，因此未來以本模式作為運能最佳化，以及此類方案之效益評估工具，應屬可行。

第八章 結論與建議

本計畫為 2 年期(108~109 年)之研究計畫，主要目的係協助交通部及相關單位政策研擬，並研發有關鐵路建設工程經費審議之政策工具。本(108)年度為計畫第 1 年，已完成了以下工作項目：

1. 蒐集臺鐵近 3 年售票紀錄及對應之每日班表資料，進行資料清洗及資料擷取、轉換、載入，建立歷史售票及班表資料倉儲，並應用於第 5.4 節之乘客選擇參數校估模式。
2. 針對臺鐵東部及全線鐵路運輸供給與需求面之實務作情形，進行了多次訪談與討論，掌握臺鐵第四代票務系統票紀錄及相關分析功能，並於第 4.3 節探討與前述資料串接之可行性。
3. 本計畫蒐集了 15 項與臺鐵東部鐵路運輸相關之資訊系統、車輛採購及建設計畫，並整理於第 2.3.1 節至第 2.3.15 節。
4. 本計畫使用大數據分析技術，進行旅客起迄運輸需求之診斷分析。於第五章各節所說明之 6 組模式可用以診斷分析東部鐵路旅客運輸供需情形，而用以整理、分析數據之軟體工具並可用以統計單一日期以及多日(例如連續假期、整週或其他日期區間)之分時旅客起迄車站分布資料、輸出成為 OD 矩陣。此外並開發軟體工具以第 7.1 節之圖 7.1 所示之熱圖與圖 7.2 所示之長條圖形式呈現 OD 矩陣之大量數據。
5. 本計畫成功結合乘客需求以及鐵路系統供給能力，在第 5.2 節之供給模式中納入路線容量、車輛供給情形、以及乘務人力供給限制等供給能力因素，以及第 5.1 節需求模式所產出之 OD 需求矩陣，求解可作為初始班表之服務計畫。供給模式之求解結果並包含了各車次所使用之車型以及對號列車之配位。

6. 本計畫成功結合乘客需求以及鐵路系統供給能力，在第 5.2 節之供給模式中納入路線容量、車輛供給情形、以及乘務人力供給限制等供給能力因素，以及第 5.1 節需求模式所產出之 OD 需求矩陣，求解可作為初始班表之服務計畫。供給模式之求解結果並包含了各車次所使用之車型以及對號列車之配位。

綜整本計畫結論與建議分述如后。

8.1 結論

1. 本計畫釐清進行供給與需求診斷與策略分析所需要的 6 組主要模式，並完成其中前 4 項模式之實作與測試。最後之解衝突模式以及系統運轉模擬模式則待後續研究實作並做測試，主要成果分別歸納如下：
 - (1) 需求模式使用數學方法融合運量之過去售票紀錄與未來預估。售票紀錄具有精準、高解析度之優點，但並無未來之資料；用於未來之運量預估則精準度較低，亦無編擬鐵路服務計畫所需要之解析度。本模式融合二者，使得售票紀錄與運量預估之數據均能應用於鐵路服務計畫編擬中。
 - (2) 供給模式為鐵路運輸需求、供給與消費三面向之連接點。本模式使用最佳化技術，在鐵路運轉資源的限制下，解得最能貼近運輸需求之服務計畫。
 - (3) 乘客選擇行為模擬模式之重要性在於結合鐵路運輸市場之供給與消費。本模式針對供給模式所難以納入考量之乘客選擇行為，以系統模擬之方式呈現乘客群面對一組服務計畫時，選擇搭乘列車之可能型態，據以評估此服務計畫之可能績效。

- (4) 乘客選擇參數校估模式利用過去之真實售票紀錄以及相對應之班表，利用有系統的搜尋技術找到可重現歷史之乘客選擇參數。
2. 本計畫並以臺鐵東部路段為範圍，設計情境案例以整體驗證研究成果整合供給與需求之能力及求解效果。測試以取自星期四及星期日等不同日期之售票紀錄作為需求之來源數據，再分別於四種不同運轉策略進行8種不同情境之模式求解。測試結果顯示各模式確實具有整合運用之能力，而且能夠在所設定運轉資源之限制下，求解得到如何將有限的運能作最佳化的運用，並具體解得含配位資訊之服務計畫。未來以六大模式開發軟體平台，應可發揮鐵路建設方案之效益評估工具之效果。
3. 本計畫針對鐵路系統進行供需診斷及分析之研究。綜合剖析供給與需求之互動，除了開發各種模式外，並可以歸納以下心得：
 - (1) 鐵路客運之需求為社會經濟活動之結果，並反映在歷史售票紀錄。
 - (2) 鐵路運能之供給為服務計畫之實現，並受到可用運轉資源之限制。
 - (3) 鐵路運能透過載運乘客而發揮效用，為乘客選擇之結果。

8.2 建議

本計畫已經完成鐵路供需診斷與策略分析所需要軟體系統之基礎。建議後續研究之方向如下：

1. 實作解衝突模組

雖然本計畫之供給模組已能解出品質合理之班表，但其中仍存在衝突。後續需要開發適當之解衝突模組以排除所有衝突，進而得到無衝突班表。

2. 實作系統運轉模擬模組

本模組之功能在評估一組給定之無衝突班表，未來上線運轉時之穩定性。雖然此並非供需診斷之必要模組，但將有助提高軟體系統之整體完整性。

3. 建立服務計畫回饋機制

設計反覆疊代流程(iterative process)，以使乘客選擇模擬模式在評估服務計畫之營運狀況之後，能夠將評估結果回饋到供給模式中，再次求解更好的服務計畫。

4. 特殊訂票機制之考量

返鄉專案、實名制列車等之訂票機制異於其他一般車次，未來可探討是否對乘客參數之推估有影響以及因應方法。

5. 將研究範圍擴及臺鐵全系統

本計畫以臺鐵東部區域為範圍，後續需要將範圍擴充及於臺鐵全系統。預期此種擴充並不會需要修正各模式，但因為資料量增加而帶來之求解效能挑戰預期將會相當困難。

6. 介接第四代票務系統之資料

本計畫使用臺鐵之第三代票務系統之售票紀錄。配合臺鐵之系統更新，後續研究應將第四代票務系統之售票紀錄予以納入資料整合之範圍。

7. 實作可上線使用之軟體。

預期本項將是後續研究工作量最大之部分。除了依各核心模式所開發之引擎模組外，完整的實用軟體將包括專案管理、資料維護、資料查詢等重要工具，以及方便的操作介面。這些工具模組雖然與各核心模式無直接關係，但卻為軟體達到實用程度之重要因素。而承載所有模組之系統架構，則更為軟體開發成敗之關鍵。

參考文獻

1. Cordone, R. and Redaelli, F., "Optimizing the demand captured by a railway system with a regular timetable", *Transportation Research Part B: Methodological*. Vol 45, No. 2, 2011, pp.430-446.
2. Niu, H. and Zhou, X., "Optimizing urban rail timetable under time-dependent demand and oversaturated conditions", *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*. Vol 36, 2013, pp.212-230.
3. Niu, H., Zhou, X. and Gao, R., "Train scheduling for minimizing passenger waiting time with time-dependent demand and skip-stop patterns: Nonlinear integer programming models with linear constraints", *Transportation Research Part B: Methodological*. Vol 76, No. 0, 2015, pp.117-135.
4. Barrena, E., Canca, D., Coelho, L. C. and Laporte, G., "Single-line rail rapid transit timetabling under dynamic passenger demand", *Transportation Research Part B: Methodological*. Vol 70, 2014, pp.134-150.
5. Frank, O., "Two-way traffic on a single line of railway", *Operations Research*. Vol 14, No. 5, 1966, pp.801.
6. Carey, M., "A model and strategy for train pathing with choice of lines, platforms, and routes", *Transportation Research Part B*. Vol 28, No. 5, 1994, pp.333-353.
7. Carey, M., "Extending a train pathing model from one-way to two-way track", *Transportation Research Part B*. Vol 28, No. 5, 1994, pp.395-400.
8. Carey, M. and Carville, S., "Scheduling and platforming trains at busy complex stations", *Transportation Research Part A*. Vol 37, No. 3, 2003, pp.195-224.
9. Carey, M. and Crawford, I., "Scheduling trains on a network of busy complex stations", *Transportation Research Part B*. Vol 41, No. 2, 2007, pp.159-178.
10. Carey, M. and Lockwood, D., "Model, algorithms and strategy for train pathing", *Journal of the Operational Research Society*. Vol 46, No. 8, 1995, pp.988-1005.
11. Harrod, S. S., "A tutorial on fundamental model structures for railway timetable optimization", *Surveys in Operations Research and Management Science*. Vol 17, No. 2, 2012, pp.85-96.
12. Lee, Y. and Chen, C.-Y., "Modeling and Solving the Train Pathing Problem", *Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics*. Vol 7, No. 2, 2009, pp.63-68.
13. Lee, Y. and Chen, C.-Y., "A heuristic for the train pathing and timetabling problem", *Transportation Research Part B: Methodological*. Vol 43, No. 8-9, 2009, pp.837-851.
14. Caimi, G., Laumanns, M., Schüpbach, K., Wörner, S. and Fuchsberger, M., "The

- periodic service intention as a conceptual framework for generating timetables with partial periodicity", *Transportation Planning and Technology*. Vol 34, No. 4, 2011, pp.323-339.
15. Caimi, G., Fuchsberger, M., Laumanns, M. and Schüpbach, K., "Periodic railway timetabling with event flexibility", *Networks*. Vol 57, No. 1, 2011, pp.3-18.
 16. Serafini, P. and Ukovich, W., "A mathematical model for periodic scheduling problems", *SIAM Journal on Discrete Mathematics*. Vol 2, No. 4, 1989, pp.550-581.
 17. Liebchen, C. and Peeters, L., "Integral cycle bases for cyclic timetabling", *Discrete Optimization*. Vol 6, No. 1, 2009, pp.98-109.
 18. Liebchen, C., Schachtebeck, M., Schöbel, A., Stiller, S. and Prigge, A., "Computing delay resistant railway timetables", *Computers & Operations Research*. Vol 37, No. 5, 2010, pp.857-868.
 19. Caimi, G., Kroon, L. and Liebchen, C., "Models for railway timetable optimization: Applicability and applications in practice", *Journal of Rail Transport Planning & Management*. Vol 6, No. 4, 2017, pp.285-312.
 20. Lee, Y., Lu, L.-S., Wu, M.-L. and Lin, D.-Y., "Balance of efficiency and robustness in passenger railway timetables", *Transportation Research Part B: Methodological*. Vol 97, 2017, pp.142-156.
 21. Bešinović, N., Goverde, R. M., Quaglietta, E. and Roberti, R., "An integrated micro–macro approach to robust railway timetabling", *Transportation Research Part B: Methodological*. Vol 87, 2016, pp.14-32.
 22. Meng, X., Jia, L. and Xiang, W., "Complex network model for railway timetable stability optimisation", *IET Intelligent Transport Systems*. Vol 12, No. 10, 2018, pp.1369-1377.
 23. 鍾志成，李治綱，李宇欣，盧麗嵩，張仕龍，張恩輔，曾志煌及賴威伸，「臺鐵車輛排程最適化之研究」，交通部運輸研究所，2006。
 24. 陳一昌，許書耕，許修豪，李宇欣，陳春益，余秀梅，李衍儒，楊承道，盧立昕，楊峻武，吳美玲，王彥傑及蔡欣恬，「臺鐵包車營運需求下列車班表之研究」，交通部運輸研究所，2011。
 25. 陳一昌，許書耕，許修豪，陳春益，林東盈，李威勳，楊承道及李宇欣，「鐵路列車排程模式建立及運行資料分析校估之研究」，交通部運輸研究所，2013。
 26. 陳一昌，許書耕，許修豪，張恩輔，鍾志成，盧麗嵩，張仕龍，林志偉，林蓁，黃笙炫，林永青及謝銘智，「鐵路列車排程參數蒐整建置及架構分析之研究」，交通部運輸研究所，2011。

- 27.陳一昌，鄔德傳，林永青，鍾志成，蕭偉政，謝銘智，蕭釗瑛，辛希，黃舒郁，張仕龍及林志偉，「鐵路系統設施基本資料庫建置之研究」，交通部運輸研究所，2012。
- 28.陳一昌，許書耕，鄔德傳，李宇欣，李威勳，林東盈，蘇國璋及顏利憲，「鐵路系統設施基本資料庫建置之擴充」，交通部運輸研究所，2013。
- 29.陳一昌，許書耕，許修豪，陳春益，林東盈，李威勳及李宇欣，「鐵路列車自動化排點系統建置之研究」，交通部運輸研究所，2013。
- 30.許書耕，許修豪，陳春益，林東盈，李威勳，袁永偉，郭昭佑，吳美玲，顏利憲及李宇欣，「鐵路列車自動化排點系統功能擴充與推廣應用」，交通部運輸研究所，2014。
- 31.臺灣鐵路管理局，「臺鐵局連續假期加班車及平、假日最適營運班表決策分析：國慶日連續假期分析報告」，2017。
- 32.臺灣鐵路管理局，「臺鐵局連續假期加班車及平、假日最適營運班表決策分析：平假日班表分析報告」，2017。
- 33.臺灣鐵路管理局，「臺鐵局連續假期加班車及平、假日最適營運班表決策分析：元旦連續假期分析報告」，2017。
- 34.臺灣鐵路管理局，「臺鐵局連續假期加班車及平、假日最適營運班表決策分析：農曆春節連續假期分析報告」，2017。
- 35.臺灣鐵路管理局，「臺鐵局連續假期加班車及平、假日最適營運班表決策分析：民族掃墓節連續假期分析報告」，2017。
- 36.臺灣鐵路管理局，「臺鐵局連續假期加班車及平、假日最適營運班表決策分析：端午節連續假期分析報告」，2017。
- 37.臺灣鐵路管理局，「臺鐵局連續假期加班車及平、假日最適營運班表決策分析：中秋節連續假期分析報告」，2017。
- 38.交通部，「臺鐵南迴臺東潮州段電氣化計畫」，2017。
- 39.臺灣鐵路管理局，「臺鐵旅客列車誤點診斷及改善建議報告書」，2015。
- 40.交通部，「臺鐵成功追分段鐵路雙軌化新建工程」，2017。
- 41.交通部，「票務系統整合再造計畫」，2017。
- 42.交通部，「臺鐵電務智慧化提升計畫」，2017。
- 43.交通部，「臺南市區鐵路地下化計畫」，2017。
- 44.交通部，「嘉義市區鐵路高架化計畫」，2017。
- 45.交通部鐵路改建工程局，「花東線鐵路整體服務效能提升計畫」，2010。
- 46.交通部鐵路改建工程局，「『臺鐵宜蘭線及北迴線改善方案先期規劃』臺鐵南港至花蓮提速改善計畫可行性研究」，2011。
- 47.交通部鐵路改建工程局，「花東線鐵路瓶頸路段雙軌化暨全線電氣化綜合規劃」，2009。

- 48.交通部鐵路改建工程局，「臺鐵高雄～屏東潮州捷運化建設計畫」，2006。
- 49.交通部鐵路改建工程局，「臺鐵林邊溪橋改建計畫」，2006。
- 50.交通部臺灣鐵路管理局，「臺鐵整體購置及汰換車輛計畫(104~113 年)」，2015。

附錄 1、期中報告審查意見處理情形表

參與審查人員及其所提之意見 (依發言順序)	合作研究單位 處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
交通部臺灣鐵路管理局 朱主任秘書來順		
1.本研究與電腦化之排點具有高度關聯性。	1.本研究確與電腦化排點具有高度關聯性，而服務計畫，亦為排點作業之上位計畫。	同意研究單位處理情形。
2.請加強說明期中報告書第 3.1 節，圖 3.1 簡例之設計目的。	2.該簡例之目的在說明服務計畫中決定開行哪些車次，必須以旅次起迄資料為基礎，不可僅以客座利用率為基礎。客座利用率反映列車之車上旅客人數。然而如圖 3.1 顯示之車上人數，其對應之旅次起迄卻有如圖 3.2 及圖 3.3 所示之多種不同可能性，各需以不同方式改善之。	同意研究單位處理情形。
3.本計畫如對第四代票務系統有任何建議，也請提出供臺鐵局參考。例如訂票失敗之紀錄即有可能反映部分潛在需求。	3.本研究對此若有建議將提供臺鐵局卓參。另於第四代票務系統之訂票畫面已有「剩餘座位查詢」之功能，乘客在訂票之前可先查詢座位剩餘狀況。因此未來訂票失敗紀錄可能需要與網站使用者查詢剩餘座位之動作相結合，較能達到推估潛在需求之目的。	同意研究單位處理情形。
4.請修正第 5.1 節，圖 5.1 簡例之車站順序。另請說明本簡例之目的。	4.第 5-1 節，以圖 5.1 及其他相關各圖所示之簡例，目的在呈現需求模式以 1 份高解析度 OD 資料為基礎，整合 3 種不同內容、不完整、且相互不一致預測資料之能力。由於真實資料含有約百萬項目等級之資料量，其規模過大	同意研究單位處理情形。

參與審查人員及其所提之意見 (依發言順序)	合作研究單位 處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
5.第 5.3 節乘客選擇行為模式，採用乘客之目標出發時間，但對旅客而言，目標到達時間可能更為重要。而是否有座位之重要性與旅行長度高度相關，亦應納入考量。 6.雖然臺鐵系統轉乘量不高，但目前第四代票務系統可取得轉乘資料，可參考使用。 7.請在報告書中加強說明本研究成果對在臺鐵運轉之可能應用項目及其效益，例如對服務計畫之列車運行區間規劃等之建議。 8.本研究可協助臺鐵具體分析建設與系統運轉間之關係，應具有很大的效益。	且數據無簡易之規律性不易詳細觀察，本簡例以易於觀察之虛擬數據方式呈現需求模式之性質及效能。圖中車站之排列順序目的在使圖形更易觀察，期末報告書將重新製作簡例，使車站順序與實況一致。 5.感謝此重要建議，本計畫將審慎評估既有數據與軟體是否能夠改以目標到達時間為基準。至於是否有座位對乘客選擇之重要性，確與旅行長度高度相關，乘客選擇行為模式已可納入本項考量。 6.謝謝提醒。 7.將在本計畫獲得更多成果之後，於期末報告書中以專節說明之。 8.謝謝。	同意研究單位處理情形。 同意研究單位處理情形。 同意研究單位處理情形。 同意研究單位處理情形。
台灣中油股份有限公司 曾處長志煌		
1.請在報告書中以舉例或其他方式加強說明，本案所開發之規劃工具之應用方式。 2.本研究嘗試使用巨觀、經濟分析之數據供服務計畫設計使用，其難度甚高。	1.將在本計畫獲得更多成果之後，於期末報告書中以專節說明之。 2.確是如此。綜合考慮推估 OD 之各種可用數據，以及服務計畫對 OD 資料之需求，可以選用的方	同意研究單位處理情形。 同意研究單位處理情形。

參與審查人員及其所提之意見 (依發言順序)	合作研究單位 處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
3.依臺鐵之班表需求，將 OD 以小 時為單位切割，精度是否足夠？ 4.因應地方辦理大型活動時，可能 產生之大量鐵路乘客需求。此類 需求之推估是否可納入考慮？ 5.模式所解得之服務計畫的品 質，有無方法進行評估或驗證？	法並不多。本計畫在此為創新之 嘗試，初步測試應屬可行。 3.本計畫所開發之所有模式均未 假設 OD 之切割單位必須為小 時，因此具有充份之調整彈性。 考量本計畫 OD 之基本資料源 自臺鐵之售票紀錄，切割單位愈 小，受到班表影響將愈大。例如 若以 10 分鐘為切割單位，則當 某 10 分鐘之時間段中無列車車 次時，OD 資料所呈現之數據將 為 0。後續將進一步評估是否有 更佳之切割單位設定。 4.對模式而言，依輸入數據求解服 務計畫並無特殊困難。然而這些 模式之設計目的並非作為疏運 計畫之用，求解結果是否適用仍 有待評估。 5.編擬服務計畫有許多複雜之考 量。本計畫之主要重點在其中供 給與需求之關係，期以在鐵路系 統可用之人、車、路運轉資源範 圍內得到貼近需求之服務計 畫。因此評估或驗證品質，可檢 驗服務計畫使用運轉資源之狀 況以及貼近需求之狀況。	同意研究單 位處理情形。 同意研究單 位處理情形。 同意研究單 位處理情形。
財團法人中華顧問工程司 陳執行長茂南		
1.本研究具有相當之難度，肯定研 究團隊的努力及成果。 2.公路領域常以 8 分鐘作為分時 OD 之時間單位，本研究亦可參 採。	1.謝謝委員的肯定。 2.考量本計畫 OD 之基本資料源 自臺鐵之售票紀錄，切割單位愈 小，受到班表影響將愈大。後續	同意研究單 位處理情形。 同意研究單 位處理情形。

參與審查人員及其所提之意見 (依發言順序)	合作研究單位 處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
3.人工智慧技術在需求預測以及路口號誌管理均可達到很好的效果，建議可考慮引入人工智慧技術協助大數據分析。	將進一步評估是否有更佳之切割單位設定。 3.謝謝建議，本計畫所使用之各種方法，確與人工智慧高度相關。	同意研究單位處理情形。
交通部路政司		
1.需求面資料建議可參考第四代票務系統之收益管理功能。	1.據初步瞭解第四代票務系統之收益管理功能，主要是統計客座利用率以呈現可考慮調整之車次。後續將更深入瞭解其所提供之需求面資料。	同意研究單位處理情形。
2.南迴線工程即將完工，建議團隊可參考其完工後之最新狀況。	2.後續將參考臺鐵南迴臺東潮州段電氣化計畫 ^[38] 納入文獻回顧及研究分析。	同意研究單位處理情形。
3.車輛基地之佈署可能影響回送車次，進而占用路線容量。本研究是否有納入車輛基地之考量？	3.車輛基地佈署方式之研析並未納入本計畫中。然服務計畫將反映既定車輛基地位置之影響。	同意研究單位處理情形。
交通部臺灣鐵路管理局		
1.目前臺鐵並沒有可產出服務計畫之工具，樂見本計畫之完成。	1.此亦為本計畫可能產生之重要效益之一。	同意研究單位處理情形。
2.本研究所提出需求模式是否有可能進行連續假期、特殊活動等之需求預測，甚至短、中、長期之預測？	2.本計畫之目的在發展能夠整合過往 OD 紀錄，以及各種不同未來需求預測結果之模式。此與需求預測模式並不相同。	同意研究單位處理情形。
3.需求預測是否能夠納入社會經濟等考慮因素。	3.本計畫之需求模式本身並不納入社會經濟等因素。因此模式演算結果對社會經濟等因素考量之程度及方法，係依所輸入之預	同意研究單位處理情形。

參與審查人員及其所提之意見 (依發言順序)	合作研究單位 處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
4. 未來若有新的運輸需求預測資料，有沒有可能納入本模式使用？	測資料而定。	同意研究單位處理情形。
5. 第三代與第四代票務系統之資料項目、內容、及格式均有差異，若要將所有資料整理成相同的欄位，是否會有困難？	4. 本計畫之需求模式之主要功能即在綜合各種不同資料，未來若有新預測資料應均可納入模式中使用。 5. 前後票務系統之資料整合，確是會有相當困難。據瞭解臺鐵並無將前後資料整合成為相同欄位之計畫，本計畫亦認為無此必要。	同意研究單位處理情形。
6. 報告書第 4.5 節所提到的軌道模型之彈性，是否會影響到精準程度？	6. 軌道模型之彈性使得該模型能夠將所有各種股道佈設型態均精準納入模型中，而不必將分歧站、末端站等視為特例，亦不必將所有車站歸納成為少數種類站型。	同意研究單位處理情形。
本所運管組		
1. 長期、中期、或短期之運輸需求預測，各有不同考慮因素與輸入參數，本模式所產出之需求預測，為長期、中期、或短期預測？	1. 本計畫所開發之需求模式，其主要目的在以一份高解析度 OD 資料為基礎，以加權方式整合各種不同內容、不完整、且相互不一致之外部預測資料而成為可作為供給模式據以求解服務計畫之資料。模式本身並無進行需求預測之功能。	同意研究單位處理情形。
2. 需求模式所產出之預測，要如何驗證？參數是否需要定期或不定期校估？	2. 因為模式本身並無進行需求預測之功能，故亦無預測結果驗證及參數校估之問題。	同意研究單位處理情形。
3. 第四代票務系統之營收管理功能是否亦含有需求預測？二者有沒有可能相互對應或整合。	3. 據瞭解第四代票務系統之營收管理功能並無需求預測能力。	同意研究單位處理情形。

參與審查人員及其所提之意見 (依發言順序)	合作研究單位 處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
本所運工組		
1.本研究成果係作為供臺鐵作為 規劃服務計畫或鐵路系統規劃 之工具，應有清楚方向。	1.此確為本計畫之方向，將於期末 報告書中加強論述之。	同意研究單 位處理情形。
主席結論		
1.請研究團隊針對各委員及與會 代表所提意見研提具體回應，並 請於期末報告中以對照表說明。 2.本次期中報告審查通過。	1.謝謝，遵照辦理。 2.謝謝，將依規定辦理後續程序。	同意研究單 位處理情形。 同意研究單 位處理情形。

附錄 2、期末報告審查意見處理情形表

參與審查人員及其所提之意見 (依發言順序)	合作研究單位 處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
交通部臺灣鐵路管理局 朱主任秘書來順		
1. 成果與本研究目標符合。	1. 謝謝委員肯定。	同意研究單位處理情形。
2. 若能提早完成建設計畫效益評估之功能將對臺鐵局有很大的貢獻。	2. 鐵路建設計畫常須投入大量社會資源。計畫效益評估至為複雜，我國目前這方面之工具並不完備。本計畫之完成，確可作為計畫效益評估之有力工具。	同意研究單位處理情形。
3. 第四代票務系統有網路訂票失敗之紀錄，是否具有參考價值。	3. 第四代票務系統具有查詢餘票之功能。乘客可利用此功能在訂位之前先查詢，避免訂票失敗之狀況。但同時亦影響訂票失敗紀錄之代表性。	同意研究單位處理情形。
4. 目前第四代票務系統提供訂票之策略為：開放訂票前 3 天以提供訂購長途票為主，之後再逐步開放較短程之票。第 7 天之後不做任何限制。	4. 謝謝資訊，將作為後續研發之參考。	同意研究單位處理情形。
5. 乘客訂票時之考慮因素，抵達時間常比出發時間要重要。至於車種偏好往往很清楚。	5. 謝謝。本系統未來將以第四代票務系統之售票紀錄為目標開發資料清分軟體。屆時將轉為以抵達時間為主要考量。	同意研究單位處理情形。
6. 校估乘客參數時，可使用多日售票紀錄取其平均較具有代表性。	6. 謝謝建議，可於開發第四代票務系統之售票紀錄相關處理軟體時一併納入。	同意研究單位處理情形。
7. 報告書表 7-10 及表 7-11 應如何解讀？	7. 此 2 表之目的在檢驗供給模式所解得之配位，與乘客模擬所預估之售票狀況間之差異。	同意研究單位處理情形。

參與審查人員及其所提之意見 (依發言順序)	合作研究單位 處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
台灣中油股份有限公司 曾處長志煌		
1.高度肯定本研究成果。	1.謝謝委員肯定。	同意研究單位處理情形。
2.需求模式係以售票紀錄為基礎，可否應用於較長期之需求預估？	2.本系統之所有模式，對於預估年期長短均無限制。而模式求解結果之可信程度則受到預估需求可信程度之影響。需求模式係綜合售票紀錄與運輸規劃 2 種資訊而得，其中前者通常並無可信程度之問題，因此後者即成為需求模式產出可信度之主控因子。	同意研究單位處理情形。
3.對供給模式，配位是否為外部給定之參數？	3.配位為供給模式求解所產出結果之一部分。	同意研究單位處理情形。
財團法人中華顧問工程司 陳執行長茂南		
1.真實售票紀錄受到許多限制。目前以 70 公里、200 公里作為旅行距離之分群點。是否可以考慮其他的長度？是否可用旅行時段分群？	1.謝謝建議，後續將參考並以真實數據測試不同分群方式對乘客參數校估之影響。	同意研究單位處理情形。
2.旅客訂票失敗、重新訂票之過程或許具有參考性。	2.第四代票務系統具有查詢餘票之功能。乘客可利用此功能在訂位之前先查詢，避免訂票失敗之狀況。但同時亦影響訂票失敗紀錄之代表性。	同意研究單位處理情形。
3.校估旅客選擇行為參數的方法，可考慮與深度學習方法結合。	3.謝謝，後續將評估其可行性。	同意研究單位處理情形。
本所運輸工程組 許組長書耕		
1.很複雜的數學模化問題，運用很大的數據，均能妥善處理。	1.謝謝組長肯定。	同意研究單位處理情形。

參與審查人員及其所提之意見 (依發言順序)	合作研究單位 處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
2.請說明這些模式求解時間各大約是如何。 3.供給模式求解出服務計畫之後，可利用乘客選擇模擬評估可能的營運狀況。請說明評估結果如何回饋到供給模式以解得更佳的服務計畫？	2.各模組大約求解時間為： (1)需求模式：約 1 分鐘以內。 (2)供給模式：數小時或更久，視問題規模而定。 (3)乘客選擇行為模擬模式：約數分鐘。 (4)乘客選擇參數校估模式：約 10 小時。 (5)解衝突模式：目前約 100 小時或更長，正在嘗試開發效率更高之新模式中。 (6)系統運轉模擬模式：預估約 1 分鐘。 3.本項回饋機制需要由模式間之反覆疊代來達成。已納入第 8.2 節建議之後續研究中。	同意研究單位處理情形。 同意研究單位處理情形。
交通部路政司		
1.本計畫前言提到係從前瞻基礎建設計畫延伸，且在文獻回顧提到許多工程計畫，倘計畫內容有不足之處，可洽本司提供資料。 2.花東快速道路預定於明(109)年初通車，且隨即有公路客運上線，將對臺鐵東部運輸造成衝擊，建議本計畫可對本案稍做著墨。 3.在東部運輸，目前有返鄉專案，後續將於 108 年 12 月 17 日推行花蓮、臺東實名制列車，其又與之前實名制列車有所不同，其需	1.謝謝協助。 2.本計畫並未及於運具分配等鐵、公路間競合關係之探討。未來可再思考是否有可能納入本項考量。 3.返鄉專案、實名制列車等之訂票機制有異於開放所有一般乘客之列車。已將其影響探討及因應方法之探討納入第 8.2 節建議之	同意研究單位處理情形。 同意研究單位處理情形。 同意研究單位處理情形。

參與審查人員及其所提之意見 (依發言順序)	合作研究單位 處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
求型態是否與一般訂票需求相同，請研究團隊再予思考。	後續研究中。	
交通部臺灣鐵路管理局		
1. 本研究的模式是否可配合新車之購置求解產生新班表以評估引進新車所帶來之運能提升效益？	1. 目前本計畫各模式並未針對新車上線營運開發求解新班表之機制。	同意研究單位處理情形。
2. 本研究所開發之模式是否可用以評估各地方之鐵路建設計畫所帶來之影響及效益？	2. 鐵路建設計畫常須投入大量社會資源。計畫效益評估至為複雜，我國目前這方面之工具並不完備。本計畫之完成，確可作為計畫效益評估之有力工具。	同意研究單位處理情形。
3. 報告仍有錯別字、缺頁、重複，請再校稿。	3. 謝謝，將於定稿前再行校稿。	同意研究單位處理情形。
本所綜合技術組		
1. 臺鐵系統複雜，本計畫針對複雜內容進行分析，極為不易，計畫成果可予以肯定。	1. 謝謝肯定。	同意研究單位處理情形。
2. 供需分析是否僅針對對號列車？非對號列車旅客亦為重要需求者，其行為模式如何納入分析？建議可補充說明。	2. 在臺鐵系統，對號列車與非對號列車所服務之乘客族群並不相同，所提供之運輸服務型態亦有異。觀察目前實況，臺鐵全系統中，常態下非對號列車除了中壢至百福間之路段於最尖峰時段有運能不足之現象外，其餘路段及時段非對號列車之運能均充裕。因此對於非對號列車之服務計畫應由營運策略決定其開行頻率，而非由需求之滿足為著眼。對此已於第 5.2 節補充更詳細之說明。	同意研究單位處理情形。

參與審查人員及其所提之意見 (依發言順序)	合作研究單位 處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
3. 本模式是否考慮對號列車之立位，以及不開放站立之對號列車？	3. 目前供給模式已納入此考量。	同意研究單位處理情形。
4. 東部列車之太魯閣、普悠瑪需有座位才可以上車，但西部幹線自強號開放站位客人，導致東、西部需求模式有差異，請評估東部推估模式套至全線(西部)之可行性。	4. 目前臺鐵所有列車均已開放無座票，但有部分列車有限制每車次之無座票出售數量。	同意研究單位處理情形。
本所運輸計畫組		
1. 如何確實掌握臺鐵系統的真實需求可能需先掌握潛在需求，建議考量補充相關分析內容。	1. 需求模式結合售票紀錄與運輸規劃之運量預測。其中後者即含有潛在需求。本項已加強說明於第 3.2 節。	同意研究單位處理情形。
2. 本研究之供給模式係產出服務計畫，是否可產出真正之供給容量，建議可補充說明。	2. 供給模式之目的在產出鐵路運轉資源可達成，同時又貼近需求之服務計畫，而服務計畫之內容即為擬開行之車次清單以及配位。若需求量高於鐵路資源之達成能力，則供給模式所產出之服務計畫，即為運轉資源所容許之最大運輸量。再經過解衝突程序而得到之無衝突班表，應該即為該系統所能提供之供給容量。	同意研究單位處理情形。
本所運輸工程組		
1. 本計畫係 2 年期研究計畫，報告書「1.2 計畫目的」中所列本計畫(第 1 年度)項目係研究範圍，建議補充本計畫之目的，並於報告書結論或適當處，敘明本研究範圍各項工項之達成情形之說	1. 已於第 1.2 節補充本計畫之目的，並在第 8.1 節結論說明本計畫各工項之達成情形說明。	同意研究單位處理情形。

參與審查人員及其所提之意見 (依發言順序)	合作研究單位 處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
明。		
2.本計畫結論請重點摘要，本研究 成果針對東部鐵路可進行運能 最佳化、建設計畫運能改善效益 評估等情境分析之功能。	2.已於第 8.1 節結論重點摘要第七 章測試案例之成果，說明其情境 分析之功能。	同意研究單 位處理情形。
3.後續提送修正定稿報告，請依本 所出版品格式辦理。	3.遵照辦理。	同意研究單 位處理情形。
主席結論		
1.請研究團隊針對各委員及與會 代表所提意見研提具體回應，並 請於期末報告中以對照表說明。	1.遵照辦理。	同意研究單 位處理情形。
2.本次期中報告審查通過，請研究 團隊於 108 年 12 月 26 日前提交 期末報告書修正版。	2.謝謝，遵照辦理。	同意研究單 位處理情形。