

110-061-2315
IOT-109-EC005

大數據分析技術進行鐵路供需診斷與 策略分析(2/2)- 完成鐵路系統供需診斷 模式系統



交通部運輸研究所

中華民國 110 年 7 月

110-061-2315
IOT-109-EC005

大數據分析技術進行鐵路供需診斷與 策略分析(2/2)- 完成鐵路系統供需診斷 模式系統

著者：李宇欣、盧立昕、袁永偉、陳佑麟、許書耕、
賴威伸、鄔德傳

交通部運輸研究所

中華民國 110 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.
(2/2) : 完成鐵路系統供需診斷模式系統/李宇
欣, 盧立昕, 袁永偉, 陳佑麟, 許書耕, 賴威伸,
鄔德傳著. -- 初版. -- 臺北市 : 交通部運輸研
究所, 民 110. 07

面 ; 公分

ISBN 978-986-531-316-6(平裝)

1. 鐵路管理 2. 運輸規劃 3. 運輸系統

557.23

110011057

大數據分析技術進行鐵路供需診斷與策略分析(2/2)- 完成鐵路系統供需診斷模式
系統

著 者：李宇欣、盧立昕、袁永偉、陳佑麟、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 110 年 7 月

印 刷 者：全凱數位資訊有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 60 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定 價：180 元

展 售 處：

交通部運輸研究所運輸資訊組・電話：(02)2349-6789

五南文化廣場：400002 臺北市中區中山路 6 號・電話：(04)2226-0330

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

GPN：1011000959

ISBN：978-986-531-316-6 (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(2/2)-完成鐵路系統供需診斷模式系統			
國際標準書號(或叢刊號) ISBN 978-986-531-316-6(平裝)	政府出版品統一編號 1011000959	運輸研究所出版品編號 110-061-2315	計畫編號 109-EC005
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)2717-6381	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、陳佑麟 地址：臺南市大學路1號 連絡電話：(06)275-7575		研究期間 自 109 年 2 月 至 109 年 11 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 項模式：(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。這些模式共同描述臺鐵系統如何運用運轉資源(人力、車輛及路線容量)以回應需求而產出運輸能力，以及最終將投入之資源轉化為效用之乘客選擇機制。 除了供給量外，並定義路塞潛勢指數做為運輸供給品質之指標。鐵路系統發生路塞時將有損其準點率，而該指標同時考慮路軌設施與系統班表，衡量發生路塞之潛勢。 本計畫以上述模式為基礎，設計並實作智慧鐵路平台以整合各模式及多種複雜數據。該平台具有友善的操作介面，並容易在未來擴充容納更多樣性之模式及數據。			
出版日期	頁數	定價	本 出 版 品 取 得 方 式
110 年 7 月	152	180	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 (2/2) –Completion of the Diagnostic Model Software			
ISBN(OR ISSN) ISBN 978-986-531-316-6 (pbk.)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1011000959	IOT SERIAL NUMBER 110-061-2315	PROJECT NUMBER 109-EC005
DIVISION: Transportation Engineering 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 February 2020 TO November 2020
RESERCH AGENCY: NCKU Research and Development Foundation PRINCIPAL INVESTIGATOR: Yusin Lee PROJECT SAFF: Li-Sin Lu, Yune-Wei Yuan, Ju-Lin Chen ADDRESS: 1 University Road, Tainan 701, Taiwan. PHONE: 886-6-2757575			
KEY WORDS: Railway, Optimization, Operation Resource, Integer Programming, Supply and Demand			
ABSTRACT: This Project 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 has developed 6 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 system simulation technology to simulate the process and interaction of passengers in selecting 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 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 online according to the train schedule. Together, these models describe how the TRA system utilizes its available resources (i.e., manpower, rolling stock, and line capacity) to generate transportation capability in response to transportation demand, and to ultimately turn invested resources into a useful mechanism for passenger choice. In addition to transportation supply quantity, the Railway Congestion Potential Index (RCPI) is defined as an indicator of the quality the railway system offers. By considering the available track infrastructure and the system timetable, RCPI measures the likelihood of track congestion, which can result in reduced punctuality when this occurs. Based on the above models, this Project designed and implemented the Intelligent Railway Platform, which incorporates all the models, including the complicated and diverse data sets, into in an integrated environment. A user-friendly interface is provided for ease of use, and its structure is designed to easily accommodate more varied models and data in the future.			
DATE OF PUBLICATION July 2021	NUMBER OF PAGES 152	PRICE 180	
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 1 章 緒論.....	1
1.1 前言	1
1.2 計畫重要性.....	2
1.3 鐵路供需剖析.....	3
1.4 計畫目的及研究範圍.....	6
1.5 本報告書結構.....	10
第 2 章 文獻回顧.....	11
2.1 國外文獻.....	11
2.2 運輸政策白皮書.....	13
2.3 本所相關研究.....	15
第三章 數學模式.....	19
3.1 需求模式.....	19
3.2 供給模式.....	20
3.3 解衝突模式.....	30
3.4 系統運轉模擬模式.....	38
3.5 乘客選擇參數校估模式	38
3.6 乘客選擇行為模擬模式	39
第四章 路塞潛勢指數	41
4.1 基本說明.....	41
4.2 路塞潛勢指數之分級.....	46
4.3 路塞潛勢指數之應用.....	65
第五章 軟體系統分析	67
5.1 軟體設計基本理念.....	67
5.2 軟體應用功能設計.....	70
5.3 整體模組架構.....	74

5.4	引擎管理模組.....	77
5.5	模式引擎.....	82
第六章	軟體操作功能設計	89
6.1	基本設計原則.....	89
6.2	智慧鐵路平台主頁面.....	90
6.3	鐵路系統編輯功能.....	91
6.4	運行圖功能.....	92
6.5	熱圖功能.....	92
第七章	局部分析案例	95
7.1	案例目的.....	95
7.2	情境設定.....	95
7.3	分析方法.....	97
7.4	分析結果及討論.....	98
第八章	田中支線分析案例	103
8.1	案例說明.....	103
8.2	分析目的.....	107
8.3	運轉分析.....	108
8.4	剩餘容量分析.....	110
8.5	綜合歸納.....	111
第九章	結論與建議	113
9.1	結論.....	113
9.2	建議.....	115
	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	129
	附錄 3、座談會意見整理	139

圖目錄

圖 1.1 鐵路系統需求、供給、與消費結構	6
圖 1.2 臺鐵營運路線位置示意圖	8
圖 2.1 臺灣鐵道容量手冊之 4 種股道布設型式	16
圖 2.2 容量分析整體演算流程	17
圖 3.1 虛擬列車之車上人數	19
圖 3.2 供給模式單一回合流程圖	23
圖 3.3 鐵路供需分析規劃整合流程圖	30
圖 3.4 解衝突模式求解演算法流程圖	35
圖 3.5 解衝突模式測試目標函數值收斂過程	37
圖 3.6 解衝突模式測試結果運行圖(西幹線新竹以北路段)	37
圖 3.7 乘客選擇參數校估模式運算流程圖	39
圖 3.8 乘客選擇行為模擬模式運算流程圖	40
圖 4.1 路塞潛勢指數之分級	47
圖 4.2 鶯歌站股道圖	48
圖 4.3 鶯歌站路塞潛勢指數	50
圖 4.4 桃園站股道圖	51
圖 4.5 桃園站路塞潛勢指數	53
圖 4.6 汐科站股道圖	54
圖 4.7 汐科站路塞潛勢指數	57
圖 4.8 浮洲站股道圖	58
圖 4.9 浮洲站路塞潛勢指數	61
圖 4.10 臺鐵現況路塞潛勢指數：西幹線北段(基隆站~彰化站)	61
圖 4.11 臺鐵現況路塞潛勢指數：西幹線南段(彰化站~高雄站)	62
圖 4.12 臺鐵現況路塞潛勢指數：屏東線	62
圖 4.13 臺鐵現況路塞潛勢指數：臺中線	63
圖 4.14 臺鐵現況路塞潛勢指數：宜蘭線	63
圖 4.15 臺鐵現況路塞潛勢指數：北迴線及臺東線	63
圖 4.16 臺鐵現況路塞潛勢指數：南迴線	64
圖 4.17 臺北站路塞潛勢指數 臺北站路塞潛勢指數	64
圖 4.18 松山站路塞潛勢指數	64
圖 4.19 臺南站路塞潛勢指數	65
圖 4.20 大橋站路塞潛勢指數	65
圖 5.1 臺鐵武塔站改善前股道布設	71
圖 5.2 臺鐵武塔站改善後股道布設	71
圖 5.3 系統架構圖	75

圖 5.4 資料庫管理系統示意圖.....	76
圖 5.5 引擎管理模組架構圖.....	78
圖 5.6 需求模式引擎流程圖.....	83
圖 5.7 供給模式引擎流程圖.....	84
圖 5.8 乘客選擇行為引擎流程圖.....	85
圖 5.9 乘客選擇參數校估引擎流程圖.....	86
圖 5.10 解衝突模式引擎流程圖.....	87
圖 5.11 系統運轉模擬模式引擎流程圖.....	87
圖 6.1 智慧鐵路平台登入頁面.....	90
圖 6.2 智慧鐵路平台主畫面.....	90
圖 6.3 車站編輯功能頁面.....	91
圖 6.4 車站股道數位化示例.....	91
圖 6.5 運行圖功能畫面示例.....	92
圖 6.6 熱圖功能畫面示例.....	93
圖 7.1 局部分析 4 股道擴建情境.....	95
圖 7.2 局部分析 6 股道擴建情境.....	95
圖 8.1 高鐵彰化站與臺鐵轉乘接駁可行性研究報告書封面	104
圖 8.2 轉乘接駁替選方案 B：田中出岔新鋪軌道.....	104
圖 8.3 轉乘接駁替選方案 B 地理區位.....	105
圖 8.4 臺鐵田中附近路線圖.....	105
圖 8.5 田中站股道擴建規劃.....	106
圖 8.6 二水站股道圖.....	106
圖 8.7 串聯田中支線、集集線列車運行圖	106
圖 8.8 臺鐵現況田中站附近運行圖.....	107
圖 8.9 臺鐵田中站至車埕站運行圖.....	107
圖 8.10 臺鐵現況田中站附近運行圖.....	108
圖 8.11 臺鐵現況田中站附近運行圖	108
圖 8.12 運轉分析田中支線串聯集集線運行圖	109
圖 8.13 田中站替選方案 B 路塞潛勢指數.....	109
圖 8.14 二水站替選方案 B 路塞潛勢指數.....	109
圖 8.15 臺鐵現況增加彰化嘉義區間車路塞潛勢指數	111
圖 8.16 替選方案 B 增加彰化嘉義區間車路塞潛勢指數.....	111

表目錄

表 2-1 運輸政策白皮書內容與本計畫關聯	14
表 3-1 臺鐵 109 年 6 月 30 日班表統計	36
表 5-1 軟體應用功能與資料關係表	74
表 7-1 局部分析情境說明	96
表 7-2 局部分析基準運轉時分設定	96
表 7-3 局部分析 4 股道擴建分析結果	100
表 7-4 局部分析 6 股道擴建分析結果	101
表 8-1 高鐵彰化站與臺鐵轉乘接駁替選方案	103

第 1 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、都市興建捷運系統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、成功追分段雙軌化、南迴線電氣化等計畫。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，本所於 108~109 年辦理 2 年期之科技計畫「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。

本年度為計畫第 2 年，以 108 年度研究計畫成果為基礎，更新與擴充鐵路系統診斷模式軟體，並為利使用者操作已設計與實作智慧鐵路平台，可據以進行臺鐵全系統供需現況診斷，以及運能供給最佳化、建設計畫運能改善效益評估等情境分析，可做為協助本所政策研擬並做為辦理相關鐵路工程基本設計經費審議，及檢視相關效益之參考工具。

1.2 計畫重要性

運輸系統之整合，為現代科技所帶來之運輸系統未來必然趨勢。在我國，鐵公路網營運整合、環島鐵路網整合則為交通部之既定政策。在此大環境中，軌道系統之建設計畫必須面對以下變化：

1. 規劃品質之重要性必須提升

「提升鐵公路規劃品質與運轉效率」是交通部重要政策^[27]之一，也是達到前瞻軌道建設目標之必備條件。

2. 規劃階段必須考慮運轉效率

由於運輸系統之先天性質，軌道運輸系統具有比公路運輸系統更低的運轉彈性。因此鐵公路網營運整合、環島鐵路網整合之政策目標，為軌道運輸系統帶來相當之挑戰。軌道運輸系統之建設計畫必須在規劃階段就充份考慮未來上線運轉之狀況，俾利未來真正運轉時能達到規劃目標。

3. 環島鐵路網瓶頸必須由系統面評估

軌道運輸系統在運轉時環環相扣，往往牽一髮而動全身；針對瓶頸進行改善為無庸置疑之正確原則，但瓶頸之識別及分析卻有其難度。軌道系統中個別區段之容量並不能代表系統容量，而最大容量亦不能代表系統之運轉容量，因此欲完成環島鐵路網整合，瓶頸之分析與評估必須由系統面著手。

本計畫開發鐵路供需診斷與策略分析之技術，並建立軟體工具，以利用大數據分析技術進行臺鐵全系統供需現況之診斷、進行運能供給最佳化，用以做為評估建設計畫之工具。由上述分析可以觀察，本工具對實現交通部「鐵公路網營運整合、環島鐵路網整合」之政策，實具有相當之重要性及必要性。

1.3 鐵路供需剖析

本節以臺鐵為對象，對鐵路運輸系統之客運需求、運能供給、與乘客之消費行為進行三者間關係之剖析。

1. 運能供給

本計畫以臺鐵系統之客運服務為主要研究範疇。在此範疇內，所謂運輸供給，係指臺鐵運用其可用資源所提供之客運服務。雖然對臺鐵系統之運轉而言，客運與貨運業務並無法完全分割，但臺鐵絕大部分之運轉資源均投入於客運業務。本計畫之範疇設定亦不考慮貨運業務。

在鐵路客運體系，於執行日常運轉作業前之各種計畫中，服務計畫為運輸供給規劃之最上位計畫，用以描述鐵路系統擬對乘客提供運輸服務之內容。此計畫具體內容係由 1 組車次清單所構成，而清單中每一車次則含有所使用車種、車次運行範圍、沿途各站停站模式、各站目標到開時間等資訊。對於對號列車，則需要再含有配位計畫。簡言之，服務計畫決定了鐵路系統在時間、空間提供運輸服務之能力。

鐵路系統運轉時需要投入多種資源，而任何鐵路系統服務計畫均必須務實而具體考量以其運轉資源能夠達成之可行性。運轉資源之範圍甚廣，其中最主要、經常造成實際限制者為人、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。亦即，服務計畫所勾勒之擬開行車次，需要能夠由可用乘務人力來執行、能夠由可用車輛編組承載、同時能夠排出無衝突之班表。運轉資源往往對鐵路運轉形成關鍵性之限制。以臺鐵

為例，該系統在臺灣北部與東部之間提供重要客運運輸服務，而其能提供之運能供給相較其他路線並不充裕，主要原因即是受到運轉資源之限制。因此若僅因北部東部之間特定時段與特定車種購票不易而直覺式建議臺鐵局在該運輸走廊加開車次，對於臺鐵整體運轉並無實質幫助。

鐵路系統之主要任務在提供運輸服務，而所提供之服務內容必須儘量貼近需求。運輸需求本身是很複雜社會經濟活動之結果；對鐵路而言，運輸需求則表現在各種起站、迄站與時間組合之需求旅次數。因此鐵路系統之服務計畫必須考量起站、迄站間的需求量，而不能僅依列車之客座利用率、或列車之車上乘客擁擠程度即做為編擬或修正服務計畫之依據。例如，若有某車次依序停靠 A、B、C、D 站，而統計發現其中 B 站與 C 站之間車上特別擁擠，亦不能據此而認為需要在 B 站與 C 站之間增開車次。原因是此擁擠現象可能是由 A 站至 C 站之運輸需求，以及 B 站至 D 站之運輸需求所共同造成。若是如此，則加開 B 站至 C 站之車次對此擁擠現象之改善將無助益。

2. 運能需求

運輸需求衍生自社會經濟活動，因此傳統運輸需求推估模式多由社會經濟活動切入，嘗試以數量化數學模式描述經濟活動與需求旅次量、旅次分布間之關係，據以推估在未來各種社會經濟活動之情境下可能運輸需求狀況。此類模式被長時間廣為使用，亦有其完整立論基礎，然而並無法直接供本計畫做為編擬服務計畫之用。原因在於服務計畫為鐵路系統擬開行車次清單；受鐵路系統基本性質影響，各車次均必須含有目標到開時間資訊方有實用價值，其時間解析度通常在分鐘等級。然此種時間解析度遠遠超出上述運輸需求推估模式所能達到之程度。

資料解析度，在空間方面亦有類似現象。鐵路服務計畫含有所規劃開行車次之停站模式，因此其空間解析度達到個別車站等

級。然而運輸需求推估模式以社會經濟為基礎，多以交通分區或類似尺度之空間單元為單位，其所能達到空間解析度遠低於以車站為單位所需要之程度。

臺鐵票務資訊系統長年累積了詳實之售票交易紀錄，其中反映了乘客搭乘車次狀況。將過往交易紀錄轉換成為旅次資料時，其時間及空間之解析度均可達到上述編擬或修正服務計畫所需要之解析度。然而售票紀錄僅能呈現過去實際已發生之鐵路旅次，並無未來推估值，亦無訂票不成功、或無適當車次等潛在需求相關資訊。

本計畫所提出需求模式，即使用數學方法結合運輸規劃運量預測與票務資訊系統交易紀錄二者優點。其基本概念是以票務資訊系統歷史紀錄分析所得之起迄資料為基礎，再以數學方法推估各起迄對成長率，使得依成長率所推估之起迄需求量儘量接近運輸規劃所預測運輸需求量。

3. 運能消費

鐵路系統經由各種運轉作為，耗用所投入資源而產出運能，其目的在對運輸需求提供服務。但實際運輸效果，則是經由乘客購票乘車之消費行為而發生。前述鐵路系統之售票紀錄，即為乘客消費結果。由此角度觀之，乘客之消費行為，實係將鐵路系統產出之運能轉換成為運輸效果之一環。前期計畫釐清此環節之核心本質為乘客選擇行為。其中主要 2 項因子為潛在之乘客由鐵路班表中，依其個人偏好選擇所搭乘車次之行為，以及需求超出供給時，乘客與乘客間之訂票競爭(競票)行為。

4. 供給需求消費之整合

鐵路運能由生產至消費之過程，可以 6 模式分別描述之，如圖 1.1 所示意。而開發軟體以容納這些模式時，則需要進行整合。其中之主要項目為功能模組與數據資料之整合。進行數據整合之

主要項目包括精準度、完整度、編碼、定義等面向，而各種數據各有其不同性質。數據處理所涉及深入之方法論並不多，但卻為軟體能夠運作之前必備之基礎工作。

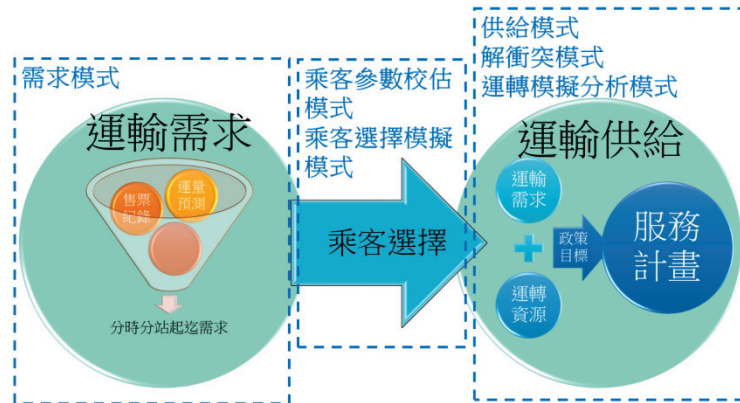


圖 1.1 鐵路系統需求、供給、與消費結構

1.4 計畫目的及研究範圍

本 2 年期計畫之目的在利用大數據分析技術，開發鐵路供需診斷與策略分析之技術，並建立軟體工具，以進行臺鐵全系統供需現況之診斷、進行運能供給最佳化，用以評估建設計畫運能改善效益，以協助本所政策研擬並做為辦理相關鐵路工程基本設計經費審議，檢視相關效益之參考工具。

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，以協助政策研擬並做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 年底。
2. 研析納入臺鐵第四代票務系統售票紀錄之方式。
3. 以前期(108 年)研發之軟體離型架構為基礎，完成鐵路供需診斷模式軟體。
4. 進行案例實作分析。
5. 研提綜合指數，可做為後續診斷鐵路列車營運品質之量化指標。

本計畫以臺鐵全系統為研究範圍，及於其本線及支線，如圖 1.2 所示。本計畫以臺鐵之客運服務為主，除貨物列車運行外，不包含貨物運輸服務、業外服務等範疇。



資料來源：運輸政策白皮書^[27]

圖 1.2 臺鐵營運路線位置示意圖

本計畫前期深入分析並釐清整合鐵路客運運能供給、需求、消費間之關係與影響因素，並提出 6 個抽象模式以共同描述之。本期研究則開發軟體系統以承載這些方法論，並使這個軟體具有實用能力、可推廣、可維護、並可持續發展，另為利使用者操作，已設計與實作智慧鐵路平台，讓使用者無需一一學習本軟體各模式之使用方式，透過智慧鐵路平台可直接進行操作與分析。本計畫經分析，歸納最主要課題如下。

1. 需求

運輸需求為社會經濟活動所產生之衍生性需求，因此標準的需求推估方法大都是以經濟活動之預估為基礎。然而本計畫之範圍與對象聚焦於臺鐵系統而不在社會整體經濟課題；同時，由社會經濟活動經需求模式而推估之運輸需求量，並不足以達到支持研擬服務計畫所需時間與空間之解析度。因此本計畫於第 1 年期開發需求模式，以臺鐵售票紀錄為基礎，分析出高解析度之起迄

資料，再結合文獻資料之需求預測得到研擬服務計畫所需之需求數據。

2. 運轉資源

任何鐵路系統所能供給之運輸能力，不能超過所投入運轉資源所能容納之範圍。本計畫整合考量供給與需求，自然必須納入運轉資源之考量。鐵路系統運轉時所使用資源甚多，其中最主要資源為人、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。

3. 供給

本計畫以臺鐵系統為研究範圍，所謂供給係指臺鐵系統利用其可用運轉資源而提供客運服務之能力，以服務計畫為其具體表現。服務計畫用以描述鐵路系統擬提供運輸服務之內容，包括所規劃開行車次清單，以及每一車次所使用車種、停站模式、目標到開時間等計畫資訊。於對號列車，則進一步含有配位計畫。由於服務計畫為班表以及車輛、人員運用之上位計畫，因此服務計畫必須考慮以其運轉資源能夠達成之可行性。另本計畫已於第 1 年期完成開發供給模式，可據以求解貼近運輸需求之服務計畫。

4. 資料整合

本計畫使用大數據分析技術。在大數據之相關分析處理工作中，不同來源、不同性質資料之整合往往是其中之關鍵。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下。其中常見之問題有精準度、定義、編碼、完整度不一致等。常用的方法則有資料清洗、插補、篩選、轉譯等。本計畫所涉及面向甚廣，且資料亦甚為多樣化，使得資料整合成為重要課題。已整合之資料包含售票紀錄、逐日班表紀錄、路軌資料、運量預

測資料、臺鐵排點參數等。本計畫已於第 1 年期完成開發整合所有相關資料之蒐整與分析技術。

5. 模式整合

模式整合係指設計整體架構，將本計畫所開發與應用的各模式，經過適當設計納入共通的架構中。本計畫需要整合之模式包含需求模式、供給模式、自動解衝突模式及模擬模式等。這些模式各有不同投入資訊與產出資訊，必須予以適當整合方能發揮整體效用。為此本計畫於設計與發展各模式時，均已規劃共通架構，可將各模式整合納入。

6. 軟體整合

本計畫涉及複雜的資料以及多項模式。欲達成鐵路系統供需診斷模式系統之開發，必須能夠將所有模式軟體整合於同一架構下。所謂軟體整合，即為設計適當之軟體架構，以在共同的框架內支持上述所有作業，而非使用未整合、各自獨立之軟體，再以人工作業予以串接。唯有如此，才能成為完整之軟體系統。此一架構之設計以及實作，為本計畫第 2 年期重要工作項目之一，並據以完成智慧鐵路平台。

1.5 本報告書結構

本報告書結構包含第 1 章敘述計畫背景；第 2 章回顧相關文獻與資料；第三章剖析鐵路之供給與需求之核心數學模式；第四章研提路塞潛勢指數之定義與應用說明；第五章則說明鐵路供需診斷模式軟體之系統架構、六大模式及求解資源管理；第六章說明軟體操作功能；第七章呈現局部案例分析結果；第八章呈現田中支線案例分析結果；最後第九章為結論與建議。

第 2 章 文獻回顧

2.1 國外文獻

本計畫範疇包含鐵路需求面與供給面資料蒐整與分析，爰需應用不同領域的多種複雜技術。另本計畫以實務應用為目標，故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，分別簡要回顧過往學術文獻。

1. 服務計畫相關文獻

鐵路系統之運轉規劃，依其先後關係可分為需求分析(demand estimation)、服務網規劃(network planning)、服務計畫(line planning)、排點(train timetabling)、車輛編組運用計畫(rolling stock scheduling)以及乘務人員工作班計畫(crew scheduling)、車輛維修計畫(maintenance planning)等階段^[1, 2]。而其中服務計畫旨在考慮運輸需求而提出 1 組車次以提供適當之服務。

在使用規格化班表之鐵路系統，其所提供服務係以小時(或更長周期，例如 2 小時)為循環周期，每周期提供相同之車次服務；有時於離峰時段則減開其部分車次，但其餘車次運行仍依循周期性原則。於此種系統，服務計畫主要考慮各種車次在每周期開行次數。但若鐵路系統並非規格化班表(亦可視為以 24 小時為周期)，則服務計畫必須考慮個別車次。通常運轉資源較為充裕之鐵路系統可採規格化班表，取其較單純、乘客較易記憶之優點；但在運轉資源不充裕之系統，則難以使用規格化班表運轉；臺鐵即屬後者。過往學術文獻中對於服務計畫之探討，以針對規格化班表者為多。

在此領域 Goossens 等學者^[2]所提出之服務計畫模式以多元商品流動問題(multi-commodity flow problem)為基礎，建立網路以求解規格化班表之服務計畫。而 Cordone and Redaelli^[3]則開發模式

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。此模式並未完整納入分時需求。在另一方面，Niu 與 Zhou^[4]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班表。因為未納入股道布設考量，該模式並無法考量複雜的列車追越行為以及多車種之狀況。之後，Niu 等人^[5]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^[6]所提出之模式，同樣求解乘客等待時間最小化之服務計畫。這些研究大都聚焦於供給面，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運轉資源之限制。此外，Burggraeve 等學者^[7]提出啟發式演算法，使用交替求解之方式嘗試在求解服務計畫之同時排除其中之衝突。然其演算法對於以小時為周期之規格化班表具有高度依賴性，不易擴充應用於非規格化班表之鐵路系統。在非規格化班表鐵路方面則有 Fu 等學者^[8]針對中國大陸高速鐵路系統之性質，提出 2 層式啟發式演算法以求解系統之服務計畫。

2. 自動解衝突相關文獻

自動解衝突技術具有相當之學術重要性，亦有相當之商業價值。因此過去 20 年來許多學者在政府、鐵路公司之大力支持下獲得可觀之成果，再加上資訊技術快速進步之影響，使得晚近所出現之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 對單線、雙向運轉鐵路之研究^[9]，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 學者及其研究團隊之系列研究^[10-14]，即對後來之研究有其影響；但其成果仍未能達到實用能力。在此問題，是否可具體納入股道布設對於模式開發之難度具有關鍵性影響。真實鐵路之股道布設千變萬化，予以簡化(例如將所有股道布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^[15]。文獻中 Lee and Chen^[16]即提出將股道布設型

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^[17]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^[18]、Caimi 等人^[19]、Serafini and Ukovich^[20]及 Liebchen and Peeters^[21]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^[22]。由於其間之關係甚為複雜，因此過往文獻多以班表為基礎，據以進行運轉模擬為主要研究方法。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^[23]，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^[24]。較晚近之研究則有將穩定度納入模式中合併求解之方法^[25]，但其方法仍以類似模擬之方式為主。此外，Meng 等人^[26]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。

2.2 運輸政策白皮書

交通部已於 108 年 12 月發布 2020 年版運輸政策白皮書^[27] (以下簡稱白皮書)，揭櫫我國運輸施政藍圖。白皮書共 8 冊，包含「總論」，以及「陸運」、「海運」、「空運」、「運輸安全」、「智慧運輸」、「綠運輸」及「運輸部門因應氣候變遷調適與防災政策」7 分冊。其中除了海運與空運 2 分冊外，其餘之各冊均含有鐵路相關論述，充份凸顯出軌道運輸系統之重要性。綜合整理本計畫與白皮書所揭示內容間之關聯如表 2-1。

表 2-1 運輸政策白皮書內容與本計畫關聯

政策	策略	對應議題	本計畫之關聯
『城際運輸』政策 1： 提升鐵公路規劃品質與運轉效率，促進國土均衡發展	策略 1：整體規劃高快速公路及環島高效鐵路網	城際運輸議題 1：為發揮鐵公路網整體運轉效益，有待強化並改善高快速公路網斷鏈及環島鐵路網瓶頸	做為由系統運轉面識別、分析鐵路瓶頸之工具
	策略 2：強化整體運輸規劃與審議機制	城際運輸議題 5：為有效利用國家有限資源並符合長遠發展需要，需強化整體路網規劃與評估	做為整體方案評估之工具
	策略 3：精進並律定統一的運輸計畫評估工具	城際運輸議題 5：為有效利用國家有限資源並符合長遠發展需要，需強化整體路網規劃與評估	做為整體方案評估之工具
『智慧運輸』政策 3： 善用資通訊技術，拓展智慧運輸應用服務面向	策略 3：推動鐵道智慧化	智慧運輸議題 4：因應新科技發展趨勢，應推動鐵道智慧化	所開發之技術為鐵道智慧化之重要基石

資料來源：運輸政策白皮書^[27]

2.3 本所相關研究

1. 前期計畫成果概述

前期計畫為 108 年度「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」，最主要成果係在釐清鐵路客運市場在供給與需求之間，乘客選擇消費行為所扮演之角色，以 6 項模式共同描述整個需求、供給、消費所構成之複雜體系，蒐整並組織化 6 項模式所需要之各種數據，自行開發軟體雛型以驗證將整個系統開發成為軟體系統之可行性及困難點，並設計軟體系統之基本架構。此 6 項模式分別為需求模式、供給模式、乘客選擇行為模擬模式、乘客選擇參數校估模式、解衝突模式及系統運轉模擬模式，並已完成實作其中需求模式、供給模式、乘客選擇行為模擬模式及乘客選擇參數校估模式，並予整合及測試。

由於整體方法論之不可分割性，前期計畫所完成 4 項模式，已併入本計畫並與其他模式併同於本報告第三章論述之。

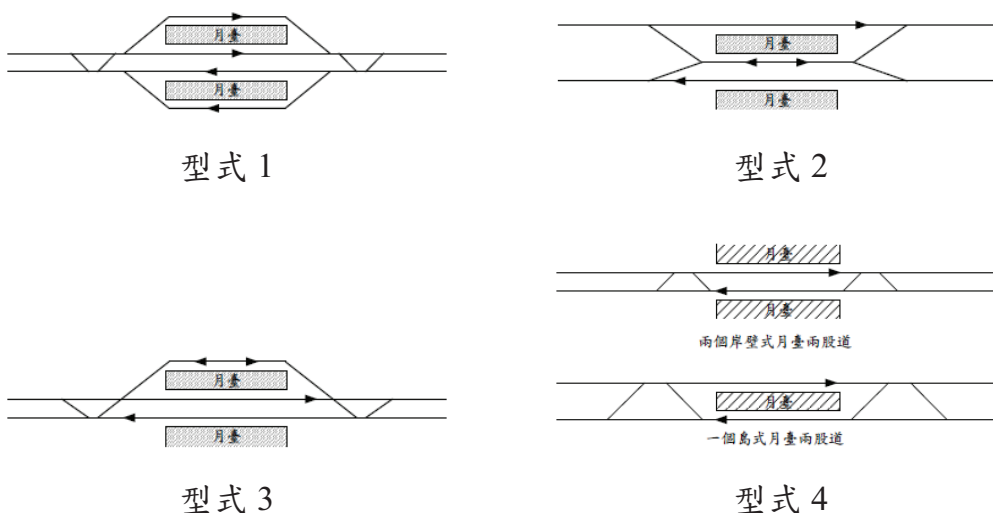
2. 臺灣鐵道容量手冊

本節所回顧 2019 年版臺灣鐵道容量手冊^[28]，該手冊計分為 3 篇：基礎篇(含有 7 章)、傳統暨區域鐵路篇(含有 8 章)、都會捷運系統篇(含有 6 章)。除了基礎篇廣泛介紹鐵道容量基本概念、影響因素、號誌系統等外，與本計畫較為相關者為其傳統暨區域鐵路篇。

該手冊將傳統暨區域鐵路之容量分析區分為「單區段」與「連續區段」，各提出不同的分析方法，分別簡要回顧如下。在單區段之路線容量分析，該手冊所提出之方法為：(1)先決定欲分析容量之點，稱之為「參考點」，之後(2)計算列車通過該參考點之平均時隔。最後以二者相除即可推得在完全不考慮鐵路其他路段相互影響狀況下，每小時可通過該參考點之列車數。

在連續區段之路線容量分析，則是應用於由數座車站以及其間之站間所組成路段之容量分析。應用時必須滿足下列所有條件：

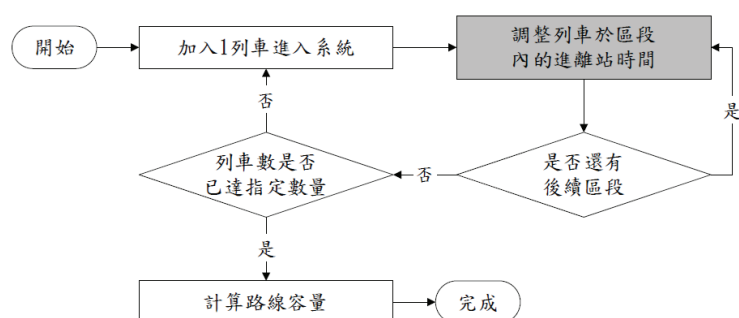
- (1) 所分析路段全為單線，或全為雙線。亦即所分析之路段必須無單雙線混合(例如海線即為單雙線混合)，亦無多線(例如南港站以北之三軌化區間)。
- (2) 路段中無分岔(例如集集線由二水站岔出，或沙崙線由中洲站分出均不接受)。
- (3) 所有列車均由路段之一端運行至另一端(無收車、發車、折返)。
- (4) 所有列車單向運行，無反向運行列車。
- (5) 所有車站均具有待避功能。
- (6) 所有車站之股道布設為圖 2.1 所示 4 種型式其中之一。
- (7) 該路段完全不受鐵路系統中其他路段影響。
- (8) 列車運行路中無最長停等時間之限制。



資料來源：臺灣鐵道容量手冊^[28]

圖 2.1 臺灣鐵道容量手冊之 4 種股道布設型式

臺灣鐵道容量手冊對連續區段之路線容量分析方法，是假設所有列車均自所擬分析路線之同一端進入，運行至他端消失，再嘗試為此排出 1 組班表。列車投入路段之順序則為隨機決定。分析過程中，軟體嘗試求解所投入列車之班表，亦即每一列車進入與離開沿途每一車站之時間點，以及在車站中所分配使用之股道，如圖 2.2 所示。圖中陰影所示之「調整列車於區段內的進離站時間」即為求解班表之步驟，亦為該演算流程之重點。



資料來源：臺灣鐵道容量手冊^[28]

圖 2.2 容量分析整體演算流程

該演算流程中，求解班表之方法，則是將所有列車以隨機順序自分析路段之一端，以每次 1 列次之方式逐一投入軌道中，再進行求取到離站時分及股道分配等排點運算。而排點的方法，是利用模擬列車沿鐵路在時間-空間中推進為之。所投入之列車與其他列車發生衝突時，則以連鎖推擠原則，依既定規則程序調整相關列車之進站、離站時分以及所分配之股道，以排解衝突。而排解衝突之演算法則是以延後車次為主。演算法隱含假設所有列車均可無限制等待而未限制可延後之幅度，且所有列車運行方向均相同；前者使發生衝突之列車可無限制等待，後者使得死結現象不會發生，因此衝突必能排除。

完成投入所有列車，並排除衝突之後即完成排點。此時模式所推算得到各列車進入與離開沿途每一車站之時間點，即為所投入列車之班表。之後模式再依此一排點結果，計算該路段平均每小時可通過之列車數，即做為所欲推求之路線容量。這套方法僅

能分析單向行車之狀況，而該手冊並未說明若兩方向分析結果容量不同時應如何處理，亦未說明單向容量與雙向容量間之關係。

該手冊所提出之方法適用於：所欲分析容量之路段僅有單向行車，或雖有雙向行車但兩方向列車無共同股道(如圖 2.1 中，型式 2 車站之中間股道，或型式 3 車站之最上方股道即為兩方向共用)，且滿足上述所有假設項目之狀況。就目前臺鐵系統而言，完全符合所有假設條件之路段並不多。而本計畫所開發之方法及軟體則具有互補能力，在無法使用該手冊進行容量分析時可用以進行所需要之容量分析。

本計畫於後續第七章及第八章所進行分析之案例即均超出此假設範圍。前者所分析之車站股道布設型態不在圖 2.1 所允許之 4 種型態中，而後者則含有分歧站、發車、收車、雙向混合之狀況，且需要與臺鐵真實狀況相比較，並不允許列車無限制等待。所需分析之狀況遠超過本手冊假設之範圍，因此無法使用本手冊之方法進行容量分析。2 案例之詳細內容以及容量分析結果均呈現於第七章與第八章。

第三章 數學模式

前期計畫指出客運鐵路系統之運輸需求、運輸能力供給以及乘客選擇行為構成運輸能力由需求、生產、到消費的主要環節。同時釐清能以需求模式、供給模式、乘客選擇行為模擬模式、乘客選擇參數校估模式、解衝突模式及系統運轉模擬模式等 6 項不同數學模式之組合，有系統而抽象化描述之。其中前期計畫已完成開發需求模式、供給模式、乘客選擇行為模擬模式、乘客選擇參數校估模式，因此本期計畫在模式開發方面將以解衝突模式以及系統運轉模擬模式為主。各模式分述如下。

3.1 需求模式

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。需求模式之功能即在由可用之基礎年期資料，利用數據方法結合運輸規劃，以推估未來目標年期需求之高解析度 OD 矩陣，做為供給模式最主要輸入資料。其運算流程如圖 3.1 所示。

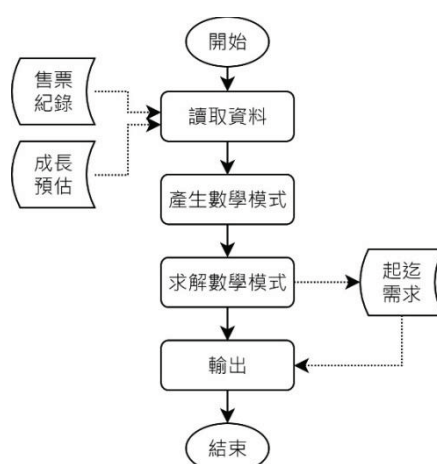


圖 3.1 虛擬列車之車上人數

3.2 供給模式

供給模式之目的在考量運輸需求以及可用之運轉資源，而解得適當之服務計畫。前期計畫已提出完整之供給模式並經實作驗證，而本期計畫則以其為基礎，進行提升與精進，大幅提升其求解效能。以下將對供給模式作完整描述。

鐵路系統在運轉時需要投入大量而多樣化之資源，其中最主要、具關鍵性者為人、車、與路。在人力資源方面，與服務計畫最相關者為乘務人力，亦即司機員、列車長以及其他隨車執行任務之人員。在車輛方面，則以鐵路車輛為最主要。目前臺鐵系統之客運列車以使用動力分散式車組為主，亦即在大部分狀況下，列車以固定之車組為單位編排運用計畫，而非以個別單一車輛為單位運用之。在路方面，最重要之運轉資源則為路線容量。

人、車、路之主要運轉資源各有其不同性質。在乘務人力資源方面，隨車提供服務之人員提供之主要資源是以人力小時形式計算，亦即所有相關人力運用規章之規則，絕大部分之要旨均在規範人力小時之運用方式。對於運行里程數雖亦略有著墨，但並非最主要之著眼點。在另一方面，車輛編組資源則是以運行里程數為主要限制。於調度運用時，車輛編組除了需要考慮依規章接受清洗、檢修等例行服務之需求外，並無每日最多出勤時數、勤務間之休息時數等規定。

在路線容量方面則較為複雜。鐵路在單位時間內可通行之列次數並非由路軌、號誌等設施所單方決定，而是由設施及運轉型態共同決定。試舉一簡例以說明之：假設有 A 車站、B 車站，其間以單線軌道相連。列車由 1 站運行至另 1 站需時固定為 10 分鐘，而前後車次間之最小時隔為 2 分鐘。此時，在 A 與 B 兩站間軌道，於單位時間內可通行之最多車次數，將受到運轉型態之重大影響。若以 1 去 1 回之型態運行，則最多僅可每 24 分鐘開行 2 列次；但若以 2 去 2 回之型態運行，則可每 28 分鐘開行 4 列次。此二者相去甚遠。此種性質使得模式判斷路線容量資源支持服務計畫之能力成為複雜的問題。為

此，本模式設計 1 組混合整數規劃數學模式，能夠為 1 組給定之車次，在保留運轉型態之前提下，調整各車次之行點以儘量利用可用之路線容量，並提供數量化之指標以判斷是否有超出路線容量。若有超出路線容量，亦能提供數量化指標以明確評估超出之狀況。於文獻^[7]中亦使用類似之概念。

運輸需求為鐵路系統提供服務之標的，因此供給模式必須以運輸需求為基礎，求解在上述資源限制下，能夠提供良好服務之服務計畫。運輸需求可用起站、迄站、時間組合之旅次需求量描述之，例如臺南站至高雄站，於 9:00:00(時:分:秒，下同略)至 9:59:59 之間的旅次需求量，或新竹站至基隆站，於 16:00:00 至 16:59:59 之間的旅次需求等。對於此旅次需求量之定義有 2 種；可定義為欲在該時段內由 A 車站「出發」，迄站為 B 車站之旅次量，亦可定義為欲由 A 車站出發，並在該時段內「抵達」B 車站之旅次量。此 2 種定義各有其意義及解讀方式。本計畫所提出之供給模式，其核心數學模式可同時適用於此 2 種定義，但對其參數及集合之定義則略有不同。因此應用時，同 1 組數學模式可同時適用於「出發」與「抵達」2 種不同之定義，但供引擎使用之輸入數據則略有不同。

臺鐵系統提供多種不同服務車種，主要包括新自強號(以太魯閣號、普悠瑪號等傾斜式列車運行)、自強號(以推拉式列車及其他車組運行)、莒光號以及區間車(以各式車組運行)等。就運輸功能而言，這些不同的服務車種主要可區分為對號列車與非對號列車 2 類，前者提供相對較長旅行距離、城際運輸服務為主，而後者則提供相對較短旅行距離之運輸服務為主。

對號列車採對號式之售票制度，亦即原則上所有車票均可預訂，且在預訂時即可確認在車上保留其專屬座位。大部分之對號列車亦允許無座乘車上車搭乘。由於旅行距離相對較長、時間較久，乘客亦多期待搭乘對號列車時能有座位。因此對號列車在車站與車站之間提供之運能，除了取決於車次本身外，亦受到配位之影響。在另一方面，非對號列車(以區間車為主)並不接受預約座位，亦不為乘客保留專屬

座位，自然亦無配位之考量。臺鐵目前營運狀況，在對號列車部分，供給大於需求、或需求大於供給均有，視日期、時段、路程而異。在非對號列車部分則絕大部分狀況下運能供給均屬充裕，僅有少數路段於少數尖峰時段偶有過度擁擠之現象發生。由於對號列車、非對號列車在售票制度、服務客群、運輸功能、供需狀況均有所不同，供給模式亦以不同方式處理此 2 類服務車種。以下將先說明非對號列車之部分，之後再說明對號列車之部分。

臺鐵系統之非對號列車大致上運能供給充裕。因此在非對號列車部分，服務計畫之編擬並非以滿足運量之需求為主要著眼點，而是以車次之頻率為主要著眼點。此種服務計畫之觀點亦與「臺鐵捷運化」之既定政策相符。對乘客而言，臺鐵提供區間車服務之頻率自然是愈高愈好，並無所謂最佳上限可言。因此區間車服務頻率之決定，並不是由運輸需求量推導而得，而是服務策略之決定。對營運者而言，除了成本之考量外，更重要的考慮因素是如何以有限的人、車、路運轉資源，在對號列車與非對號列車之間作適當之分配。基於以上之論述，供給模式之設計，係接受服務策略所指定之行程種類及服務頻率，再嘗試加入貼近運輸需求之對號列車，而形成服務計畫。

在對號列車方面，供給模式以 1 組給定之「候選車次」為基礎進行求解。每候選車次均有其使用車種、座位數、運行區間、停站模式等數據。供給模式之目的是由此組候選車次中，選擇良好之組合，以在運轉資源所能容納之範圍內儘量提供貼近運輸需求之運能供給。供給模式之求解演算法在每回合之演算分為 4 個階段，單一回合內之演算法流程如圖 3.2 所示。在第 1 階段中演算法調整所挑選之候選車次組合；再於第 2 階段使用混合整數規劃模式以調整組合中各候選車次之行點，儘量將所有車次「擠」入路線中，並且進行列車之配位，而得到 1 組服務計畫。在第 3 階段，演算法採用乘客模擬模式以評估第 2 階段所得到之服務計畫，可能會產生之延人公里數以及可能服務之旅次數。最後在第 4 階段，演算法評估該服務計畫之品質，做為下一回合調整所挑選候選車次之依據。在這 4 階段中，最複雜者為第 2 階

段之混合整數規劃模式。以下將先說明此模式，之後再綜合說明每回合之 4 階段。

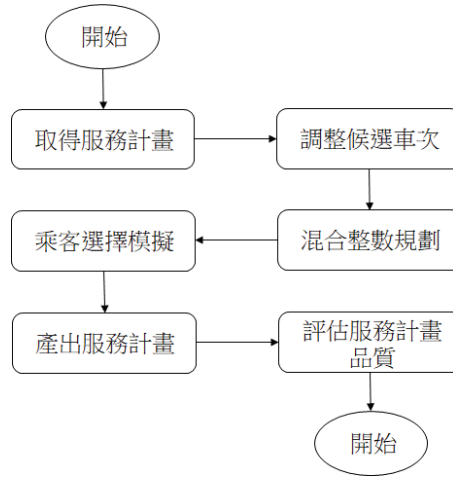


圖 3.2 供給模式單一回合流程圖

如前所述，服務計畫中含有對號列車，亦含有非對號列車。其中前者選自候選車次之集合，而後者則來自營運策略之決策。但以下將介紹之數學模式整體考量運轉資源，因此模式中二者必須合併一體處理。為了避免混淆，以下之模式介紹中將一律以候選車次稱之。僅於需要將對號列車、非對號列車二者作明確區分之處，作特別之說明。

此混合整數規劃模式使用以下符號。以下先說明參數、集合及指標之定義。對於上述 2 種不同運輸需求數據定義，各有不同定義之符號，將於其對應之說明中闡述其差異。未特別說明者，其符號定義則不受運輸需求數據定義種類之影響。

AK_i^k 候選車次 i 在車站 k 的預設抵達時間。

$\lfloor AK_i^k \rfloor$ 預設抵達時間 AK_i^k 之前的最接近整點時間。例如，若 $AK_i^k = 3:45$ ，則 $\lfloor AK_i^k \rfloor = 3:00:00$ 。

$\lceil AK_i^k \rceil$ 預設抵達時間 AK_i^k 之後的最接近整點時間之前 1 秒。例如，若 $AK_i^k = 3:45$ ，則 $\lceil AK_i^k \rceil = 3:59:59$ 。

CP_i 候選車次 i 的座位數。

D_{pq} 車站 p 與 q 之距離。

ER_i^k	在候選車次 i 抵達車站 k 之前離開車站 k 之車次。
HR	1 天之各小時之集合 $\{0,1,\dots,23\}$ 。
HW_{ij}^k	候選車次 i 與候選車次 j 間在車站 k 之最小時隔。
KL	所有站間路段所成的集合。
KS	所有車站所成的集合。
KST_i	候選車次 i 所行經之所有車站所成之集合。
KLT_i	候選車次 i 所行經之所有站間路段所成之集合。
M	1 個正值常數。
OD_{pq}^h	於第 h 小時由車站 p 至車站 q 之旅次需求量。若運輸需求數據定義為出發時間，則此量為欲於第 h 小時自車站 p 出發之旅次量；若定義為抵達時間，則此量為欲於第 h 小時抵達車站 q 之旅次量。
OV_i^k	於車站 k 與候選車次 i 有時間重疊之候選車次所成之集合。
PG_i^{k-}	候選車次 i 於停靠車站 k 之前所停靠之車站所成之集合，包含車站 k 自身。
PG_i^{k+}	候選車次 i 於停靠車站 k 之後所停靠之車站所成之集合。
PGS_i	候選車次 i 所停靠之車站所成之集合。
R_i^k	候選車次 i 停靠車站 k 允許使用之股道。
RT^k	車站 k 之所有股道所成之集合。
S_i^k	候選車次 i 於站間路段 k 之最小運行時間。
T	服務計畫中所有候選車次所成之集合。
TS_{pq}^h	可於第 h 小時提供自車站 p 至車站 q 之服務的候選車次所成之集合。若運輸需求數據定義為出發時間，則此集合定義為在第 h 小時自車站 p 開車，且有停靠車站 q 之候選車次所成之集合。若運輸需求數據定義為抵達時間，則此集合定義為在第 h 小時抵達車站 q ，且先前行程中有停靠車站 p 之候選車次。
$WS1$	於需求當小時可獲得配位之旅次之權重。
$WS2$	於需求之次小時獲得配位之旅次之權重。

WSK1 於需求當小時可獲得配位之旅次公里之權重。

WSK2 於需求次小時獲得配位之旅次公里之權重。

供給模式之連續決策變數定義如下。其定義均通用於「出發」與「抵達」2種運輸需求數據之定義。

ak_i^k 候選車次 i 抵達車站或站間 k 之表定時間。

dk_i^k 候選車次 i 離開車站或站間 k 之表定時間。

ehw_{ij}^k 候選車次 i 與候選車次 j 間在車站 k 之時隔不足量。

od_{pq}^h 於第 h 小時由車站 p 至車站 q 之旅次需求量中，於當小時獲得配位之數量。非對號列車並無配位，亦無此決策變數。

$od2_{pq}^h$ 於第 h 小時由車站 p 至車站 q 之旅次需求量中，於次小時獲得配位之數量。非對號列車並無配位，亦無此決策變數。

$slk1_i^k, slk2_i^k, slk3_i^k$ 此3決策變數之加總為候選車次 i 於車站或站間 k 之寬裕時間。

st_{pq}^i 候選車次 i 配位予車站 p 至車站 q 之座位數。非對號列車並無配位，亦無此決策變數。

供給模式所使用之雙元整數決策變數僅有1組，定義如下。其定義通用於運輸需求數據之2種定義。

t_i^{kt} 若候選車次 i 於車站 k 被指派使用股道 t ，此變數等於1。否則等於0。其中股道0為虛擬股道，每一處車站均有。

以下將先介紹本混合整數規劃模式之限制式，之後再介紹目標函數。如前所述，所有限制式以及目標函數均通用於運輸需求數據之2種定義。

限制式(1)之目的在確保每一車次在每一車站均有分配唯一股道。

$$\sum_{t \in R_i^k} t_i^{kt} = 1 \quad \forall i \in T, k \in KST_i \quad (1)$$

在車站 k ，當候選車次 i 與候選車次 j 之既定順序為：候選車次 i 在候選車次 j 在抵達之前即已離站，則限制式(2)使用控制 2 車次到離時分之方式，使得此 2 車次維持該順序不變。

$$ak_i^k - dk_j^k - HW_{ij}^k + ehw_{ij}^k \geq 0 \quad (2)$$

$$\forall i \in T, j \in ER_i^k, k \in KST_i \cap KST_j$$

若候選車次 i 與候選車次 j ，於車站 k 候選車次 i 在候選車次 j 在抵達之前即已離站，同時又使用同一股道，則限制式(3)進一步使二者之間須維持時隔。若無法配予足量時隔，則不足量由決策變數 ehw_{ij}^k 吸收之。

$$ak_i^k - dk_j^k - HW_{ij}^k + ehw_{ij}^k \geq M(t_i^{kt} + t_j^{kt} - 2) \quad (3)$$

$$\forall i \in T, j \in ER_i^k, t \in R_i^k \cap R_j^k, k \in KST_i \cap KST_j$$

當候選車次 i 與候選車次 j 之既定順序為二者於車站 k 有時間重疊時，限制式(4)及(5)之維持其間之該既定順序。而對這些候選車次，限制式(6)則使其在該車站必須使用不同之股道。

$$dk_j^k - ak_i^k \geq 0 \quad \forall i \in T, j \in OV_i^k, k \in KST_i \cap KST_j \quad (4)$$

$$dk_i^k - ak_j^k \geq 0 \quad \forall i \in T, j \in OV_i^k, k \in KST_i \cap KST_j \quad (5)$$

$$t_i^{kt} + t_j^{kt} \leq 1 \quad \forall i \in T, j \in OV_i^k, k \in KST_i \cap KST_j, t \in R_i^k \cap R_j^k - \{0\} \quad (6)$$

限制式(7)及(8)使得本混合整數規劃模式在調整各候選車次之行點時，不逾越小時線。

$$ak_i^k \geq \lfloor AK_i^k \rfloor \quad \forall i \in T, k \in KST_i \quad (7)$$

$$ak_i^k \leq \lceil AK_i^k \rceil \quad \forall i \in T, k \in KST_i \quad (8)$$

列車在軌道上運行時，在離開一處車站或站間之同時，必須進入下一車站或站間。此物理限制由限制式(9)達成之。

$$ak_i^{k+} = dk_i^k \quad \forall i \in T, k \in KST_i \quad (9)$$

以下限制式(10)之作用，在使 $slk1_i^k$ 、 $slk2_i^k$ 及 $slk3_i^k$ 3 個決策變數之加總，等於候選車次 i 在車站或站間 k 所得到之寬裕時間。而其後之限制式(11)與(12)則控制前二者之最大範圍。這 3 個決策變數將會在目標函數中給與遞增之權重，以達到分段線性之懲罰遞增效果。

$$dk_i^k - ak_i^k - slk1_i^k - slk2_i^k - slk3_i^k = S_i^k \quad \forall i \in T, k \in PGS_i \cup KLT_i \quad (10)$$

$$slk1_i^k \leq 0.2S_i^k \quad \forall i \in T, k \in PGS_i \cup KLT_i \quad (11)$$

$$slk2_i^k \leq 0.4S_i^k \quad \forall i \in T, k \in PGS_i \cup KLT_i \quad (12)$$

以下為供給模式中，列車配位相關之限制式。限制式(13)之目的在使得列車之配位數不超過車載之總座位數。非對號列車並無配位，亦無此限制式。

$$\sum_{\substack{p \in PG_i^{k-} \\ q \in PG_i^{k+}}} st_{pq}^i \leq CP_i \quad \forall i \in T, k \in PGS_i \quad (1)$$

以下限制式(14)則使得對每 1 組起迄對，在每 1 小時，被服務的旅次數不超過需求量。

$$od_{pq}^h + od2_{pq}^h \leq OD_{pq}^h \quad \forall h \in HR, p \in KS, q \in KS \quad (2)$$

限制式(15)之作用為，在每 1 小時中，對每組起迄對所提供之當小時服務，以及由前一小時流動而來之次小時服務，其加總要等於在該小時中，各相關候選車次為該起迄對提供之配位數之總和。但 1 日之第 1 小時並無前一小時流動而來之次小時服務，如限制式(16)所示。非對號列車並無配位，亦無此等限制式。

$$\sum_{i \in TS_{pq}^h} st_{pq}^i = od_{pq}^h + od2_{pq}^{h-1} \quad \forall h \in HR - \{0\}, p \in KS, q \in KS \quad (15)$$

$$\sum_{i \in TS_{pq}^h} st_{pq}^i = od_{pq}^h \quad h \in \{0\}, p \in KS, q \in KS \quad (16)$$

最後式(17)為決策變數 t_i^{kt} 之雙元整數限制式，其他決策變數之非負限制式則列於式(18)至式(24)。

$$t_i^{kt} \in \{0,1\} \quad \forall i \in T, k \in KS, t \in RT^k \quad (17)$$

$$ehw_{ij}^k \geq 0 \quad \forall i, j, k \quad (18)$$

$$od_{pq}^h \geq 0 \quad \forall h, p, q \quad (19)$$

$$od2_{pq}^h \geq 0 \quad \forall h, p, q \quad (20)$$

$$slk1_i^k \geq 0 \quad \forall i, k \quad (21)$$

$$slk2_i^k \geq 0 \quad \forall i, k \quad (22)$$

$$slk3_i^k \geq 0 \quad \forall i, k \quad (23)$$

$$st_{pq}^i \geq 0 \quad \forall i, p, q \quad (24)$$

本混合整數規劃模式之目標函數示於式(25)。

$$\begin{aligned} \text{Minimize } Z_{MIP} = & WSL1 \sum_i \sum_k slk1_i^k + WSL2 \sum_i \sum_k slk2_i^k + \\ & WSL3 \sum_i \sum_k slk3_i^k + WT0 \sum_i \sum_k t_i^{k0} + WHW \sum_i \sum_j \sum_k ehw_{ij}^k + \\ & WSK1 \sum_p \sum_q \sum_h D_{pq} od_{pq}^h + WSK2 \sum_p \sum_q \sum_h D_{pq} od2_{pq}^h + \\ & WS1 \sum_p \sum_q \sum_h od_{pq}^h + WS2 \sum_p \sum_q \sum_h od2_{pq}^h \end{aligned} \quad (25)$$

目標函數之前 3 項為 $\sum_i \sum_k slk1_i^k$ 、 $\sum_i \sum_k slk2_i^k$ 及 $\sum_i \sum_k slk3_i^k$ 之加權和。此 3 個決策變數來自限制式(10)，表現候選車次 i 在車站或站間 k 所得到之寬裕時間。一般而言，鐵路系統對於寬裕時間之分布以平均散布於班表各處為佳，較不偏好過於集中。例如，假設某車次行經 10 處車站，則在每處車站配予 1 分鐘之寬裕時間，比在其中一處配予 10 分鐘寬裕時間，同時其他 9 處車站不分配寬裕時間為佳。在此目標函數之設計下，可將對應之權重以遞增方式設定，亦即 $WSL1 < WSL2 < WSL3$ ，則在限制式(10)、(11)與(12)及目標函數共同作用下，將使模式最佳解趨向均勻分配寬裕時間。

其後 2 項與路線容量有關。其中 $\sum_i \sum_k t_i^{k0}$ 納入目標函數之目的在懲罰使用虛擬股道之狀況，而 $\sum_i \sum_j \sum_k ehw_{ij}^k$ 之目的在懲罰時隔不足量。由於目標函數之懲罰，會使得模式調整各候選車次之行點，以儘量避免使用虛擬股道，亦避免發生時隔不足。但若候選車次之數量過多，或其相互間之搭配使得路線容量無法全數容納，則此種懲罰無法避免。此時即可由懲罰之狀況評估該組候選車次超出路線容量之狀況。

如前所說明，供給模式之求解演算法在每 1 回合之演算分為 4 個階段：調整所挑選之候選車次組合、使用混合整數規劃模式調整行點、進行乘客模擬以及評估該服務計畫之品質。其中乘客模擬部分之進行方式請參閱對於乘客模擬模式之說明。以下先就其中之第 4 階段，說明演算法評估服務計畫品質方法，再說明第 1 階段之演算法。

於第 4 階段服務計畫品質評估之演算法又分為 2 部分。第 1 部分量化計算該服務計畫可能達到之運輸能力，而第 2 部分則評估鐵路系統運轉資源可容納該服務計畫之程度。演算法對其中之第 1 部分，採第 2 階段混合整數規劃模式最佳解之目標函數值，加上加權後之乘客模擬結果所見之服務之旅次數，以及所產生之延人公里數。而對第 2 部分，則為鐵路運轉資源所能提供之總運行時間與該服務計畫所需之總運行時間差異之平方，以及鐵路運轉資源所能提供之總運行里程數與該服務計畫所需之總運行里程數差異之平方，二者均在加權後加入上述第 1 部分，成為服務計畫之目標值。

取得服務計畫之目標值後，演算法依門檻接受法之原則決定是否接受此服務計畫。若目標值劣化幅度超出門檻值，則放棄該服務計畫。否則即接受該服務計畫，用之做為現行服務計畫。若該服務計畫之目標值為前所未見之優良解，則以之做為目前已知之最優良服務計畫。整個演算法依此循環進行。演算法於初始時先將門檻值視為 0 進行運算，之後在發生第 1 次劣化時，將門檻值設定為當時目標值之 0.05 倍做為初始門檻值。之後即於連續 5 回合未能發現更好之最優良服務計畫時降低門檻值為當時之 0.95 倍。當門檻值成為初始門檻值之 0.001 倍時則將門檻值視為 0 繼續運算，並在發生第 1 次劣化時結束，並以當時之最優良服務計畫做為最後輸出之結果。供給模式整體流程圖整理於圖 3.3。圖中之「求解服務計畫」項目即為圖 3.2 所示之流程。

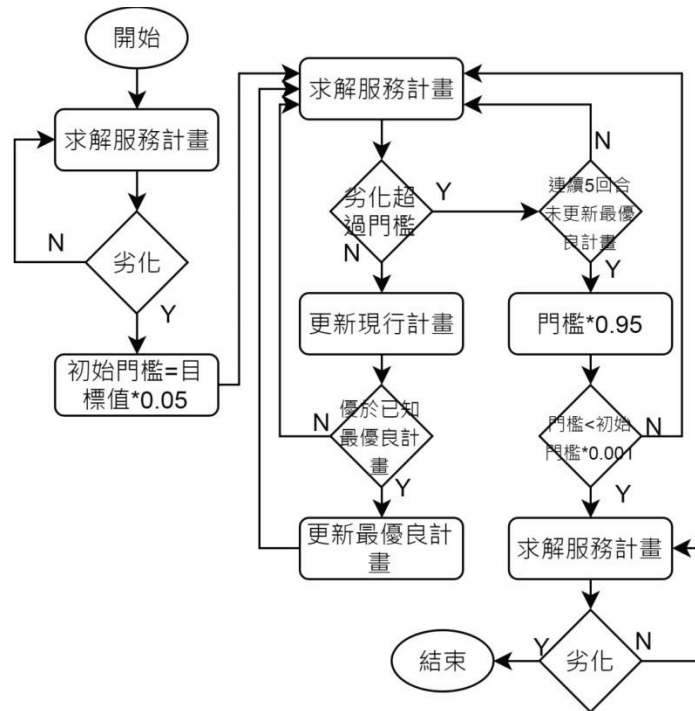


圖 3.3 鐵路供需分析規劃整合流程圖

如上所說明，供給模式依演算法自給定候選車次中選擇適當組合，但所選擇範圍並無法超過給定之候選車次。因此使用本模式時，在產生候選車次時應審酌該鐵路系統可使用之運轉資源，並考慮策略偏好及所欲達成之目標，據以產生候選車次清單。而清單中之車次數，則應略高於鐵路系統所可能負擔之水準，使供給模式擁有可配合運轉資源之限制而挑選車次之自由度，同時所解得之服務計畫又不致於與策略目標偏好偏離過多。

3.3 解衝突模式

本模式為所有 6 項模式中之最複雜者，其功能在排除 1 組給定服務計畫中之列車衝突。解衝突模式以 1 組混合整數規劃模式為中心。此模式限制式不多，但具有相當之數學複雜度。應用於臺鐵真實班表時，其雙元整數變數之個數在數百萬以上，遠超過目前科技所能夠直接求解之範圍。因此必須設計專用之演算法以求解之。以下將先介紹解衝突之混合整數規劃模式，之後再介紹其求解演算法。

此混合整數規劃模式使用之參數與集合定義如下。

KT_i	車次 i 所行經之所有車站與站間所成之集合。
T	所有車次所成之集合。
R_i^k	車次 i 在車站 k 可使用之股道所成之集合。
KX_i	車次 i 所行經之最後車站。
KN_i^{k+}	車次 i 在行經車站或站間 k 之後，所進入之下一個車站或站間。
$LCRT1_n^{ui}$	若車次 i 使用了不可停駐區段集 n 中之第 u 個區段所連接的股道集合，則在此股道集合中將會先使用之股道。
$LCRT2_n^{ui}$	若車次 i 使用了不可停駐區段集 n 中之第 u 個區段所連接的股道集合，則在此股道集合中將會後使用之股道。
SK_i^k	車次 i 在車站或站間 k 所需要之最小占用時間。
W^{EK}	占用時間不足量之權重。
W^{EAK}	到離時分偏差量之權重。
W^{EHW}	時隔不足量之權重。

連續決策變數定義如下。

ak_i^k	車次 i 抵達車站或站間 k 之表定時間。
dk_j^k	車次 j 離開車站或站間 k 之表定時間。
$eak1_i^k$	車次 i 太早離開車站 k 之量。
$eak2_i^k$	車次 i 太晚離開車站 k 之量。
ehw_{ij}^k	車次 i 與車次 j 在車站 k 之時隔不足量。
ek_i^k	車次 i 在車站 k 之占用時間不足量。

雙元整數決策變數定義如下。

pd_{ij}^k	=1 若車次 i 比車次 j 晚占用車站 k ， =0 若車次 i 比車次 j 早占用車站 k 。
-------------	--

$$t_i^{kt} = 1 \text{ 若車次 } i \text{ 在車站 } k \text{ 分配使用股道 } t。 \\ = 0 \text{ 若車次 } i \text{ 在車站 } k \text{ 非分配使用股道 } t。$$

以下先介紹本模式之各限制式，最後再介紹其目標函數。限制式(26)之作用在建立不同列車間，時間變數與順序變數間之關係。亦即若車次 i 比車次 j 晚抵達車站 k 且使用相同股道，則 $ak_j^k > ak_i^k$ ，此時必須 $pd_{ij}^k = 0$ 。

$$ak_j^k - ak_i^k + M(pd_{ij}^k - t_i^{kt} - t_j^{kt} + 2) \geq 0 \quad (26) \\ \forall k \in KT_i \cap KT_j, \forall t \in R_i^k \cap R_j^k, i, j \in T$$

限制式(27)使得任何 2 列車不能夠在同一股道上交換順序。

$$ak_j^k - ak_i^k + M(3 - pd_{ij}^k - t_i^{kt} - t_j^{kt}) \geq 0 \quad (27) \\ \forall k \in KT_i \cap KT_j, \forall t \in R_i^k \cap R_j^k, i, j \in T$$

限制式(28)確保列車 i 比列車 j 晚進入車站 k ，並同使用相同股道 t 時，列車 i 也要比列車 j 晚離開車站，而且要有時隔。

$$ak_i^k - dk_j^k - HW_{ij}^k + ehw_{ij}^k + M(3 - t_i^{kt} - t_j^{kt} - pd_{ij}^k) \geq 0 \quad (28) \\ \forall k \in KT_i \cap KT_j, \forall t \in R_i^k \cap R_j^k, i, j \in T$$

限制式(29)防止 2 列列車在前後相接之股道交換順序。

$$p_{ij}^t = p_{ij}^m \quad \forall i, j \in T, t, m \text{ 前後相接} \quad (29)$$

限制式(30)要求所有列車在所有車站均必須指派予恰好 1 股道。

$$\sum_{t \in R_i^k} t_i^{kt} = 1 \quad \forall k \in KT_i \cup \{0\}, i \in T \quad (30)$$

限制式(31)建立求解所得之表定抵達時分與理想時間之差異。

$$ak_i^k = AK_i^k + eak1_i^k - eak2_i^k \quad \forall k \in KT_i \cup \{0\}, i \in T \quad (31)$$

限制式(32)使得除了在行程中最後一處車站外，列車離開前一車站或站間之同時必須進入下一車站或站間。

$$dk_j^k = ak_i^m \quad \forall k \in KT_i - \{KX_i\}, i \in T, m = KN_i^{k+} \quad (32)$$

限制式(33)可使列車在每一車站或站間均得到最小占用時間。

$$dk_i^k - ak_i^k + ek_i^k \geq SK_i^k \quad \forall k \in KT_i, i \in T \quad (33)$$

最後限制式(34)與(35)為雙元整數變數限制式，之後則為連續決策變數之非負限制式。至於對應表定行點之連續決策變數 ak_i^k 與 dk_i^k 則不需要非負限制式。

$$pd_{ij}^k \in \{0,1\} \quad \forall k \in KT_i, i, j \in T \quad (34)$$

$$t_i^{kt} \in \{0,1\} \quad \forall k \in KT_i, i \in T, t \in R_i^k \quad (35)$$

$$eak1_i^k \geq 0 \quad \forall k \in KT_i, i \in T \quad (36)$$

$$eak2_i^k \geq 0 \quad \forall k \in KT_i, i \in T \quad (37)$$

$$ek_i^k \geq 0 \quad \forall k \in KT_i, i \in T \quad (38)$$

$$ehw_{ij}^k \geq 0 \quad \forall k \in KT_i, i, j \in T \quad (39)$$

模式之目標函數為極小化占用時間不足量、時隔不足量以及到離時分偏差量之加權總和。

$$W^{EHW} \sum_i \sum_j \sum_k ehw_{ij}^k + W^{EK} \sum_i \sum_k ek_i^k + W^{EAK} \sum_i \sum_k (eak1_i^k + eak2_i^k) \quad (40)$$

臺鐵系統每日開行約 1000 列次之列車，行經車站之總數約為 33,000。若直接套用本數學模式，其雙元整數變數之數量將達到數百萬個以上，且模式結構糾結複雜，形成當代科技不可超越之求解障礙。

觀察上述數學模式可以發現，其雙元整數決策變數可分為 2 類： pd_{ij}^k 對應各車次占用車站之順序，而 t_i^{kt} 則對應各車次在各車站所分配使用之股道。以下將前者稱為「順序變數」、後者稱為「股道變數」。在求解數學模式時，若以某組已知值代入順序變數以及股道變數，則在固定整數決策變數後，模式將成為不含整數變數之線性規劃模式。實際測試結果，以臺鐵

真實班表之規模，此種線性規劃模式可在數分鐘內解得最佳解。而此線性規劃模式之意義可解讀為：模式在固定順序、固定股道之條件下，調整各車次在各車站之到離時分，以極小化時隔不足量、占用時間不足量以及到離時分偏差量之加權總和。實際測試結果，以臺鐵真實班表之規模，此種混合整數規劃模式亦可在幾分鐘之內解得最佳解。此一混合整數規劃模式之意義可解讀為：在固定各車次順序已知之條件下，調整各車次在各車站之到離時分以及股道分配，以極小化時隔不足量、占用時間不足量以及到離時分偏差量之加權總和。進一步深入觀察上述數學模式則可以發現，屬離散量之順序變數及股道變數與連續量之到離時分，三者交叉關係表現在限式(26)及(27)。經測試，此種方法可大幅加快求解速度約 100 倍。

此外，實際測試結果發現若不固定順序變數之值，則不論是否固定股道變數之值，均無法完成求解。同時，進一步測試亦發現，在固定所有股道變數值之後，若固定大部分車次之順序變數，僅留下少數車次之順序變數不予固定，則模式仍可順利求解。而求解時這些順序變數未遭固定之車次，即可由模式調整該車次與其他車次之相對順序。由於車次間之相對順序決定了交會與追越之位置，因此本演算法即可藉由此一機制搜尋班表中交會、追越之良好安排方式。

綜合上述之測試及觀察，解衝突模式求解演算法之程序與邏輯設計如下，如圖 3.4 所示之流程圖。整體流程以回合演算之架構進行。在每一回合之運算中，演算法先固定所有順序變數，而使用數學模式調整列車之到離時分以及股道分配。之後隨機挑選其中 1 車次，再固定其他車次之相對順序，同時固定所有股道變數，由數學模式調整被選取之車次與其他車次之相對順序。對於使用相同股道之列車，則同時觀察其到離時分變數之遞減成本。此時之數學模式雖非單純之線性規劃模式，但因為僅有 1 車次可自由與其他車次調整順序，因此所含之整數變數不多，可順利求解。如此重複 3 次即完成 1 回合演算。整個演算法在達成預設之運算回合數時結束。

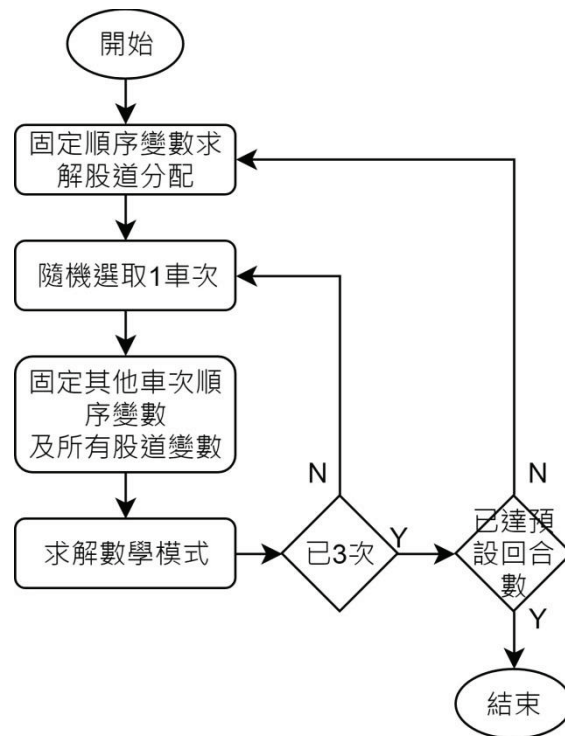


圖 3.4 解衝突模式求解演算法流程圖

以下呈現使用臺鐵真實班表、真實路軌系統測試解衝突模式之結果。該測試例取自 109 年 6 月 30 日(星期二)之臺鐵真實班表，統計如表 3-1 所示。該日臺鐵總共表定開行 1146 列次，其中 864 列次為各式辦客列車，其餘 282 列次則為貨物列車、迴送列車、試運轉列車等非辦客列車。

表 3-1 臺鐵 109 年 6 月 30 日班表統計

車種	車次數	總里程 (公里)	總時數 (小時)	總站數 (站)	總停站數 (站)
普悠瑪	35	10,750.3	140.82	2,633	493
太魯閣	13	4,095.1	52.63	924	161
自強	73	21,847.2	365	5,812	1,513
莒光	30	10,202.2	201.27	2,501	873
復興	4	465.6	8.79	96	40
區間車	651	54,876.3	1,367.15	16,528	16,258
區間快	56	4,664.4	101.04	1,574	787
普快車	2	179.6	4.47	28	24
辦客列車小計	864	107,080.7	2,241.17	30,096	20,149
普通貨車	111	8,682.7	328.25	2,092	468
客迴	107	2,136.5	50.89	738	273
單機迴送	62	1,023.4	27.74	313	130
試運轉	2	99.6	1.4	17	4
非辦客列車小計	282	11,942.2	408.28	3,160	875
總計	1,146	119,022.9	2,649.45	33,256	21,024

本測試例取用上述班表中，運行於本線之辦客列車的部分，利用解衝突模式排除其中所有衝突。求解過程中目標函數值之收斂過程如圖 3.5 所示。由該圖可觀察到此演算法收斂相當快速。

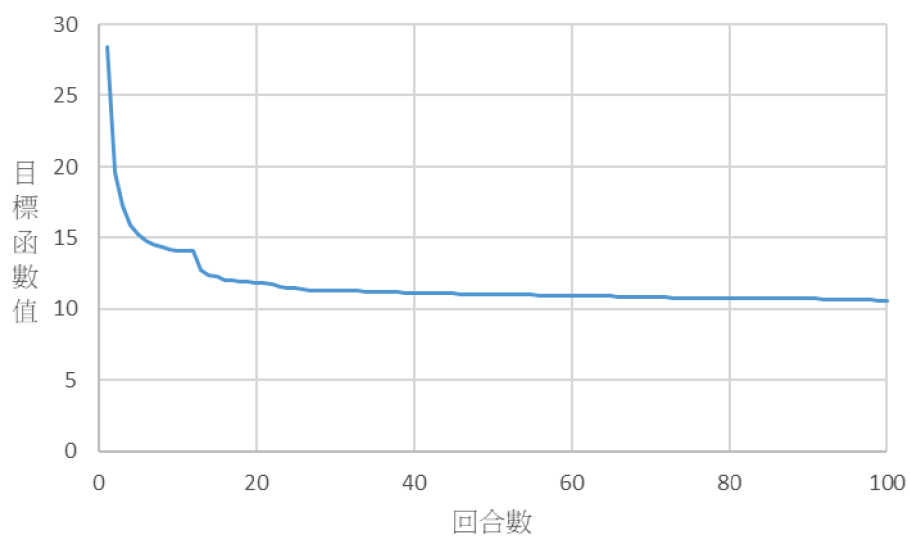


圖 3.5 解衝突模式測試目標函數值收斂過程

測試例求解結果之運行圖如圖 3.6 所示。

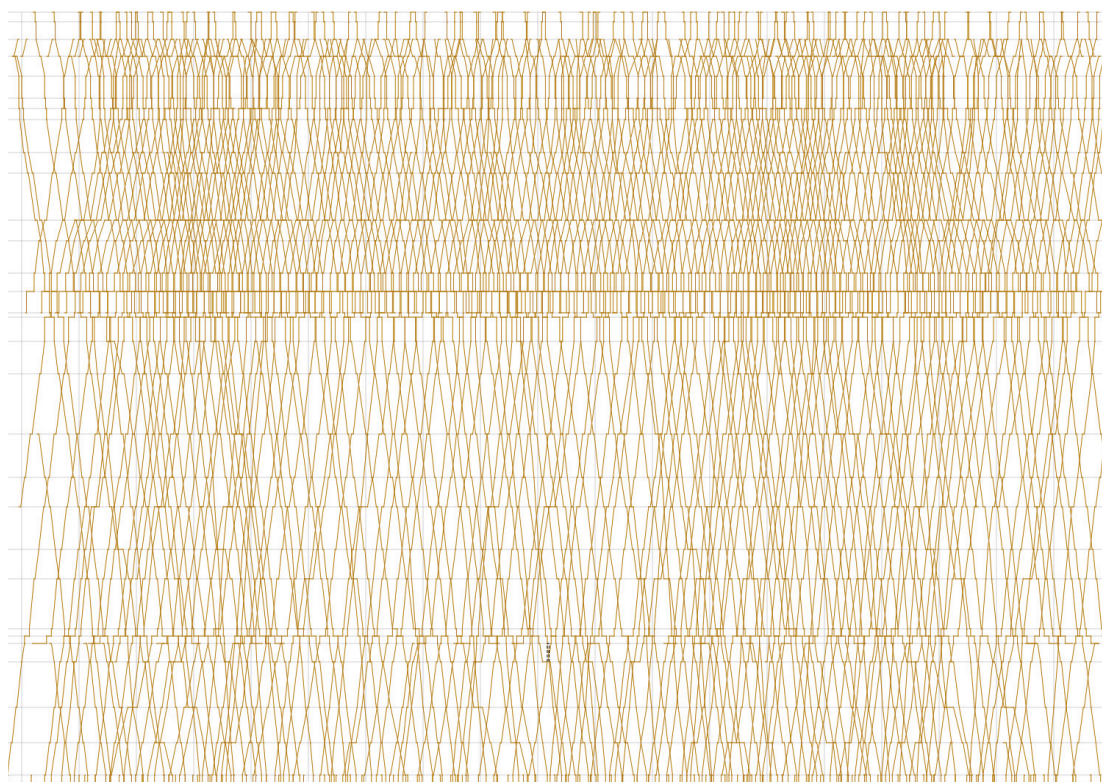


圖 3.6 解衝突模式測試結果運行圖(西幹線新竹以北路段)

3.4 系統運轉模擬模式

1 組鐵路班表可由各種不同面向來加以分析。各種分析大略可分為 2 類：可由班表直接統計，以及無法由班表直接統計。前者如班表中各種車次之數量、各種車次之表定運行時間長度、各車站之列車發車頻率等，均能由班表中車次及其在行經各站之表定到離時分統計之。而後者則為班表之穩定性。

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。系統運轉模擬模式之目的，即在具體評估 1 組給定的無衝突班表，於實際運轉時可能的狀況。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。模擬過程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，但同時又受到隨機擾動影響之過程。

3.5 乘客選擇參數校估模式

乘客選擇參數校估模式之目的在推估乘客群之參數數值，以供乘客選擇行為模式使用，其流程圖如圖 3.7 所示。此模式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。而校估參數之方法，則是先設定乘客分組的組數，再使用真實售票紀錄與真實班表，利用最佳化技術搜尋使得模擬結果最接近真實售票紀錄之參數組。

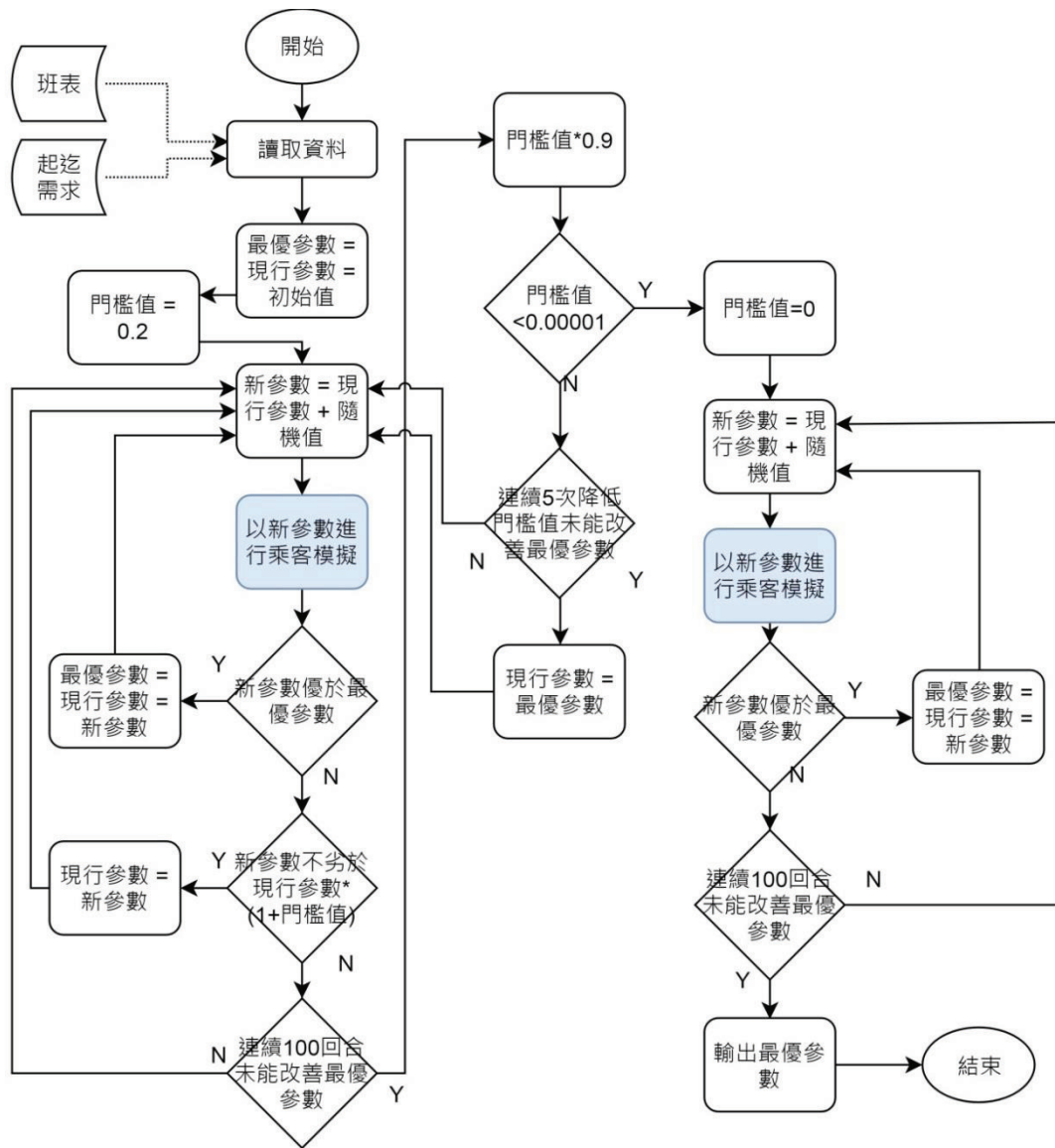


圖 3.7 乘客選擇參數校估模式運算流程圖

3.6 乘客選擇行為模擬模式

乘客選擇行為模擬模式之目的在推估某 1 組班表(或服務計畫)下，乘客可能的利用狀況。其最主要之基本假設為：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。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競票之現象。這些現象至為複雜，因此乘客選擇行為模式假設所有乘客對於車次之選擇偏好，可以用出

發/到達時間權重、車種偏好權重、旅行時間權重等參數描述之，採用系統模擬技術模擬眾多乘客訂票之群體結果。其運算流程如圖 3.8 所示。

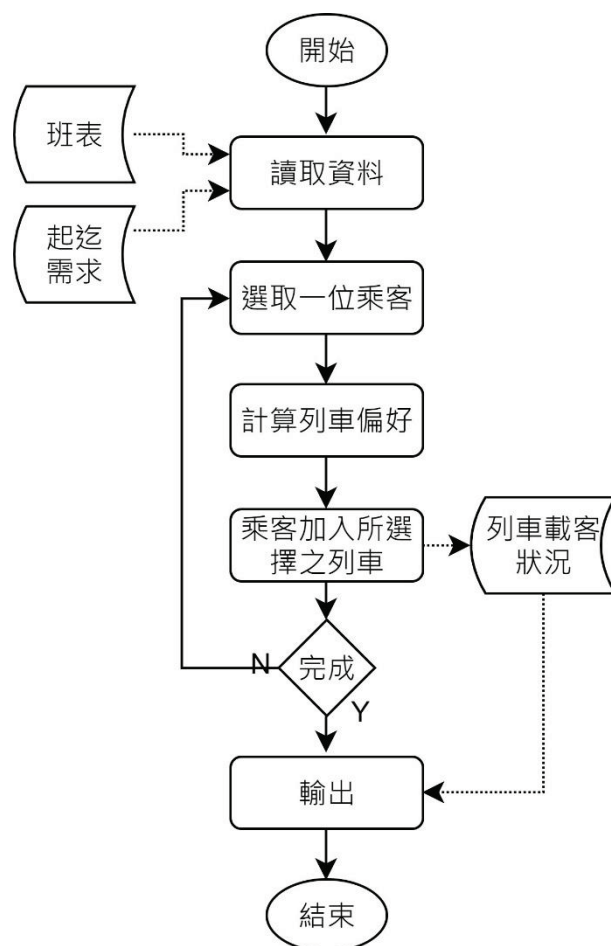


圖 3.8 乘客選擇行為模擬模式運算流程圖

第四章 路塞潛勢指數

4.1 基本說明

社會經濟對鐵路系統產生之旅次運輸需求，而鐵路運轉機構則提出服務計畫以回應此運輸需求。在此同時，服務計畫經排除衝突而產出運轉所依循之班表，而班表則對鐵路路軌設施產生運轉能力之需求。路軌設施支持系統運轉之能力，則影響鐵路系統之效率及品質。若路軌設施能夠提供之運轉能力甚為充裕，則可產出良好運轉品質，但經濟性可能效率不佳。反之，若路軌設施可提供之運轉能力不足，則運轉將捉襟見肘而品質不佳，具體反映在準點率(列車是否依班表之行點運行)與發車率(班表中之列車是否均能發出)。因此對鐵路系統之運轉能力而言，班表是需求者，其需求反映了社會經濟之旅行需求，而路軌系統則為供給者。

服務計畫或班表對鐵路系統所需求之運轉能力，以列車所需要之股道以及時間帶為具體代表。班表中之每一車次，在運行之過程中，每一時刻均需要有適當之股道可供運行，同時亦需要有該車次可占用該股道之適當時間帶。列車在運行之過程中，即依所分配到之時間帶，依序在所分配之股道上運行。

在另一方面，路軌系統所提供之運轉能力，則以路軌可提供路線容量以及時間帶為具體代表。路線容量指路軌在單位時間內允許通行之車次數，而所提供之時間帶則為路軌系統提供給列車之時間帶。此二者息息相關：單位時間內允許通行之車次數量愈高，提供給列車之時間帶愈受限，愈不能配合列車之需求而提供適當之時間帶。具體之例子為，在鐵路單位時間內通行之車次甚高時，常需要高速列車配合降速運轉，例如其有能力以 5 分鐘由 A 站運行至 B 站，但班表中卻配置 7 分鐘(假設不考慮寬裕時間)。其根本原因即在於系統無法以 5 分鐘之間隔，分別在 A 站與 B 站配予該列車可用之時間帶，必須在 A 站離站後 7 分鐘，B 站才有適當之時間帶。

由以上論述可發現，鐵路系統運轉能力之供給與需求之間存有複雜之關係。單純以單一的路線容量數字，與班表中之車次數量相比較，並無法真正呈現鐵路之運轉狀況。為此，本計畫提出「路塞潛勢指數」做為描述鐵路之路軌設施支持系統運轉需求能力之綜合指標。路塞潛勢指數所綜合描述者，為路軌設施支持系統運轉需求之能力以及系統運轉需求 2 項基本因素交互作用之結果。2 項因素進一步剖析如下。

1. 路軌設施支持系統運轉需求之能力

鐵路之路軌設施，廣泛指車站、站間、軌道、號誌及其他所有軟硬體所組成之鐵路系統。此一複雜系統之最主要任務，是支持列車之運行。鐵路列車之運行為 1 個複雜的過程，而所需要來自路軌設施之支持亦有許多面向，例如運輸能力、結構物強度、設施可靠度等等均屬之。為了定義路塞潛勢指數之目的，在此所關注者以運輸能力為主；亦即路軌設施在一定時間內，所負荷運行車次之數量，與達到運轉品質間之關係。其中前者(一定時間內之車次數量)可由系統班表統計而得到客觀、精準之數據，而後者(運轉品質)則較為籠統且無公認之定義及標準。對此將於後續再予更深入之討論。

2. 系統運轉需求

鐵路系統之運轉需求，指鐵路之維運單位需要運行之車次、各車次之行程、到站任務及在沿途各站之到離站時分(亦即前述之「時間帶」)。以臺鐵而言，所有車次均完整描述於每日之運行班表中，因此班表亦代表了臺鐵系統之系統運轉需求。

鐵路系統之運轉品質可依應用目的而由許多不同面向衡量之，例如準點率、平穩度、購票難易度、車上環境、安全性等等，均可做為衡量運轉品質之用。配合路塞潛勢指數之目的，在此以準點率做為衡量運轉品質之主要項目。然而鐵路系統之準點率本身又是許多複雜因

素交錯影響之結果。其中主要 4 項因素為寬裕時間、緩衝時間、擾動及趕點^[24]，其中前 2 者由班表決定，而後 2 者則由系統其他因素決定。這些因素分別簡要說明如下。

1. 寬裕時間

指班表中配予列車在站間運行之時間中，超過所需最短時間長度(亦即基準運轉時分)之部分，以及列車在停站時，超過所需最短停站時間長度之部分。當有晚點發生時，寬裕時間可用以吸收列車之晚點量。一般而言，寬裕時間充裕時，較有助提高列車自我吸收晚點之能力。然而由於時間之不可儲存性，以及列車不可提早發車之規定，使得欲利用增加寬裕時間以提高鐵路系統準點率時將受到種種限制。

2. 緩衝時間

指班表中配予行經同一點之前後列車之間的時間間隔中，超過最小安全時隔的部分。當先行列車發生晚點時，緩衝時間有助阻隔或減少晚點傳播予續行列車。一般而言，緩衝時間愈充裕，晚點愈不易在列車之間傳播，因而鐵路系統之準點率即愈佳。

3. 擾動

任何鐵路系統在運轉時均必然受到種種內在或外在因素而使得列車在站間運行以及在站內停靠時，真實之運行或停靠時間長度與班表所配予之時間長度有所差異。此差異即為擾動。

4. 趕點

當列車發生晚點時，利用寬裕時間以吸收晚點量之作為即為趕點。

如上所剖析，緩衝時間對鐵路系統之準點率具有重大影響。同時，緩衝時間又受到運轉需求與路軌設施之共同限制。例如，單獨考慮某

車站之運轉。假設該站內配置有 2 股道，供兩個運行方向各 1 股道使用。若運轉需求為該車站在 18 小時之營運時間中，每方向各運行 108 列次，則可很易計算得到在該車站，前後列車之間的平均時隔為 10 分鐘。若最小安全時隔為 3 分鐘，而列車在該站之最小停站時間為 2 分鐘，則在該站之平均緩衝時間長度為 $10-3-2=5$ 分鐘。在實際班表中，有部分車次間之緩衝時間較大，則必有其他車次間之緩衝時間較小。設若在此例中，該車站於各運行方向均有 2 股道可運用，則平均每股道每方向運行 54 列次，亦即平均而言，使用同一股道之前後列車，在該股道之平均時隔時間長度為 20 分鐘。扣除 3 分鐘之最小安全時隔以及 2 分鐘之最小停站時間後，平均緩衝時間長度為 15 分鐘。除了上述平均緩衝時間之外，班表中實際所配置之緩衝時間則反映了列車間之相互影響，或稱「列車互制」。不同列車之間的相互影響，源自於列車受制於軌道，各列車必須依班表所排之之順序行經所指派的股道。此亦為鐵路與公路交通現象根查差異所在：公路車輛之跟車行為(前車駕駛行為影響後車駕駛行為之抽象模式)形成車流理論之基礎，但鐵路並無跟車行為，較接近等候理論所描述之狀況。同時，列車間之互制又在班表與路軌所共同形成之框架中發生，反映在實際可用之緩衝時間中。

由以上分析可知，在車站使用同一股道之前後列車之間的時間間隔，受到運轉需求與路軌設施之強烈影響。同時，時間間隔又與緩衝時間具有密切關聯，而緩衝時間又與系統準點狀況高度連結。由另一立場觀之，鐵路上之所謂列車擁擠與否，其具體而數量化之衡量即為時間間隔之長度。

由臺鐵系統之真實運轉狀況亦可得到類似現象之觀察。臺鐵西幹線，樹林至七堵間之路段為公認系統中運轉壓力最大之路段，其原因在於該路段與其他路段之每日營運時間相同、各車站所配置之股道數並非特別高，但負擔之車次數最高，使得列車在各車站之平均時間間隔偏低。同時，在實際運轉過程中，當前行列車因為晚點量較大，超過緩衝時間所能吸收之程度時，會直接影響後面續行列車之運轉，亦

即調度時所稱之「路塞」現象。而調度作為中之「路塞」一詞，亦為路塞潛勢指數之名稱由來。

基於以上分析，同時考量計算之方便性以及做為綜合指數所需要之廣泛代表性，本計畫定義路塞潛勢指數如下。

1. 分時滾動路塞潛勢指數

對所分析之鐵路系統、班表及所分析之車站，先後使用同一股道之前後列車之間，取其時隔。若 2 列車在該站均停靠，則計入不足 15 分鐘的部分；若其中 1 列車未停靠則計入不足 11 分鐘的部分；若 2 列車均未停靠則計入不足 7 分鐘的部分。以 1 小時之時間窗長度，滾動式加總上述計入指數之值，即為該車站在該時間點之路塞潛勢指數。

● 計畫範例：假設某車站具有 2 股道，列車進站表定時間如下。

股道 1：10:05(車次 1，停站)、10:10(車次 3，通過)、10:30(車次 5，通過)；股道 2：10:11(車次 2，停站)、10:24(車次 4，停站)、10:38(車次 6，停站)、11:01(車次 8，停站)、11:12(車次 10，停站)。

股道 1 車次間路塞潛勢指數：

- (1) 車次 1 與車次 3 之間時隔 5 分鐘，路塞潛勢指數應計入 6 分鐘($11-5=6$)
- (2) 車次 3 與車次 5 之間時隔 20 分鐘，路塞潛勢指數應計入 0 分鐘

股道 2 車次間路塞潛勢指數：

- (1) 車次 2 與車次 4 之間時隔 13 分鐘，路塞潛勢指數應計入 2 分鐘($15-13=2$)
- (2) 車次 4 與車次 6 之間時隔 14 分鐘，路塞潛勢指數應計入 1 分鐘($15-14=1$)

(3) 車次 6 與車次 8 之間時隔 23 分鐘，路塞潛勢指數應計入 0 分鐘

(4) 車次 8 與車次 10 之間時隔 11 分鐘，路塞潛勢指數應計入 4 分鐘($15-11=4$)

此車站分時滾動路塞潛勢指數：

(1) 10:05 - 11:04，計入 $(6+0) + (2+1+0) = 9$ ，此即為該車站在 10:05 之路塞潛勢指數。

(2) 10:10 - 11:09，計入 $0 + (2+1+0) = 3$ ，此即為該車站在 10:10 之路塞潛勢指數。

(3) 10:11 - 11:10，計入 $(2+1+0) = 3$ ，此即為該車站在 10:11 之路塞潛勢指數。

(4) 10:24 - 11:23，計入 $(2+1+0+4) = 7$ ，此即為該車站在 10:24 之路塞潛勢指數。

2. 車站之路塞潛勢指數

1 處車站在全天中，最高之路塞潛勢指數，代表該車站之路塞潛勢指數。以前述範例，此車站之路塞潛勢指數為 9。須注意不同車站在全天當中路塞潛勢指數之最高點可能發生在不同時段。

4.2 路塞潛勢指數之分級

本計畫建議將路塞潛勢指數依其數值分為 A 至 F 共 6 級，如圖 4.1 所示意。分級之方式為每 40 分 1 級，亦即 A 級為 0 至 40、B 級為 40.01 至 80、C 級為 80.01 至 120、D 級為 120.01 至 160、E 級為

160.01 至 200、而 F 級則為超過 200 之範圍。其中 A 至 C 級為運轉順暢、D 級為擁擠但可正常運轉、而 E 至 F 級則為運轉不順暢。

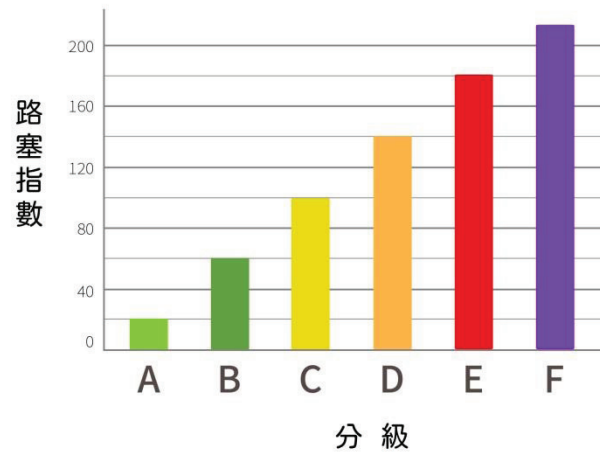


圖 4.1 路塞潛勢指數之分級

依上述定義分析臺鐵真實班表，可發現臺鐵系統目前並無 E 級與 F 級之狀況。其他 A 至 D 級各 1 處代表車站之詳細資料整理如下。

1. A 級：鶯歌站

表 4-1 鶯歌站基本資料

項目	說明
車站名稱	鶯歌站
英文站名	Yingge
電報碼	一ㄥ
所在路線	西幹線
里程	49.2 公里
基準碼	SA0492
站等	二等站
北側鄰站	山佳站
南側鄰站	桃園站
日車次數	202
停站車次數(占比)	145(72%)
路塞潛勢指數	23

車次	車種	到站 任務	到站 時分	離站 時分	車次	車種	到站 任務	到站 時分	離站 時分
2153	區間車	停車載客	08:38:30	08:39:30	4191	區間車	停車載客	18:13:00	18:15:00
1138	區間車	停車載客	08:42:30	08:43:30	177	自強	通過	18:15:30	18:15:30
1135	區間車	停車載客	08:44:30	08:45:30	2253	區間車	停車載客	18:23:30	18:24:30
113	自強	通過	08:49:30	08:49:30	130	自強	通過	18:27:00	18:27:00
278	自強	通過	08:57:00	08:57:00	145	自強	通過	18:31:30	18:31:30
1137	區間車	停車載客	08:59:30	09:00:30	2214	區間車	停車載客	18:32:30	18:33:30
2120	區間車	停車載客	09:02:30	09:03:30	1235	區間車	停車載客	18:38:30	18:39:30
1148	區間車	停車載客	09:10:30	09:11:30	4046	區間快	停車載客	18:43:00	18:49:00
1141	區間車	停車載客	09:15:30	09:16:30	1239	區間車	停車載客	18:43:30	18:45:30
280	自強	通過	09:17:00	09:17:00	136	自強	通過	18:47:00	18:47:00
115	自強	通過	09:24:30	09:24:30	1242	區間車	停車載客	18:53:30	18:54:30
170	自強	通過	09:27:00	09:27:00	4027	區間快	停車載客	18:53:30	18:55:00
2163	區間車	停車載客	09:33:30	09:34:30	4240	區間車	停車載客	18:56:00	18:58:00
2124	區間車	停車載客	09:37:30	09:38:30	1237	區間車	停車載客	19:02:30	19:03:30
511	莒光	停車載客	09:43:30	09:44:30	147	自強	通過	19:07:30	19:07:30
1152	區間車	停車載客	09:46:30	09:47:30	1248	區間車	停車載客	19:08:30	19:09:30
1147	區間車	停車載客	09:53:30	09:54:30	2263	區間車	停車載客	19:16:30	19:17:30
1158	區間車	停車載客	10:01:30	10:02:30	134	自強	通過	19:19:00	19:19:00
1151	區間車	停車載客	10:12:30	10:13:30	149	自強	通過	19:21:30	19:21:30
2134	區間車	停車載客	10:19:30	10:20:30	2224	區間車	停車載客	19:28:30	19:29:30
117	自強	通過	10:21:30	10:21:30	1241	區間車	停車載客	19:36:30	19:37:30
2173	區間車	停車載客	10:32:30	10:33:30	1252	區間車	停車載客	19:44:30	19:45:30
108	自強	通過	10:37:00	10:37:00	653	莒光	通過	19:47:00	19:47:00
1162	區間車	停車載客	10:41:30	10:42:30	181	自強	通過	19:51:30	19:51:30
1157	區間車	停車載客	10:52:30	10:53:30	1258	區間車	停車載客	19:54:30	19:55:30
1168	區間車	停車載客	10:57:30	10:58:30	1247	區間車	停車載客	19:57:30	19:58:30
1161	區間車	停車載客	11:12:30	11:13:30	138	自強	通過	20:04:00	20:04:00
110	自強	通過	11:14:00	11:14:00	2042	區間快	停車載客	20:09:30	20:10:30
121	自強	通過	11:21:30	11:21:30	1251	區間車	停車載客	20:16:30	20:17:30
2144	區間車	停車載客	11:24:30	11:25:30	2234	區間車	停車載客	20:19:30	20:20:30
2183	區間車	停車載客	11:33:30	11:34:30	554	莒光	通過	20:27:00	20:27:00
112	自強	通過	11:38:00	11:38:00	283	自強	通過	20:32:00	20:32:00
513	莒光	停車載客	11:44:30	11:45:30	1262	區間車	停車載客	20:32:30	20:33:30
1172	區間車	停車載客	11:53:30	11:54:30	2273	區間車	停車載客	20:39:30	20:40:30
1167	區間車	停車載客	11:57:30	11:58:30	142	自強	通過	20:47:00	20:47:00
1178	區間車	停車載客	12:08:30	12:09:30	285	自強	通過	20:52:00	20:52:00
123	自強	通過	12:19:30	12:19:30	288	自強	通過	20:57:00	20:57:00
2154	區間車	停車載客	12:20:30	12:21:30	4209	區間車	停車載客	20:59:30	21:00:30
1171	區間車	停車載客	12:26:30	12:27:30	1268	區間車	停車載客	21:03:30	21:04:30
2193	區間車	停車載客	12:35:30	12:36:30	1257	區間車	停車載客	21:04:30	21:05:30
114	自強	通過	12:37:00	12:37:00	1272	區間車	停車載客	21:11:30	21:12:30
1182	區間車	停車載客	12:46:30	12:47:30	1261	區間車	停車載客	21:12:30	21:13:30
1177	區間車	停車載客	12:49:30	12:50:30	2	莒光	通過	21:16:30	21:16:30
1188	區間車	停車載客	13:00:30	13:01:30	155	自強	通過	21:21:30	21:21:30
271	自強	通過	13:02:00	13:02:00	522	莒光	停車載客	21:22:00	21:23:00
1181	區間車	停車載客	13:13:30	13:14:30	1263	區間車	停車載客	21:31:30	21:32:30
2164	區間車	停車載客	13:20:30	13:21:30	144	自強	通過	21:34:00	21:34:00
125	自強	通過	13:22:30	13:22:30	4221	區間車	停車載客	21:38:30	21:39:30
2203	區間車	停車載客	13:31:30	13:32:30	2244	區間車	停車載客	21:41:30	21:42:30
116	自強	通過	13:37:00	13:37:00	1271	區間車	停車載客	21:56:30	21:57:30
506	莒光	停車載客	13:43:00	13:44:00	1278	區間車	停車載客	21:57:30	21:58:30
127	自強	通過	13:47:00	13:47:00	1267	區間車	停車載客	22:08:30	22:09:30
1192	區間車	停車載客	13:48:30	13:49:30	146	自強	通過	22:09:00	22:09:00
1187	區間車	停車載客	13:51:30	13:52:30	1280	區間車	停車載客	22:13:30	22:14:30

車次	車種	到站任務	到站時分	離站時分	車次	車種	到站任務	到站時分	離站時分
1198	區間車	停車載客	14:00:30	14:01:30	4225	區間車	停車載客	22:20:30	22:21:30
1191	區間車	停車載客	14:01:30	14:02:30	2254	區間車	停車載客	22:28:30	22:29:30
561	莒光	停車載客	14:07:00	14:08:00	1273	區間車	停車載客	22:39:30	22:40:30
2174	區間車	停車載客	14:20:30	14:21:30	1282	區間車	停車載客	22:41:30	22:42:30
129	自強	通過	14:21:30	14:21:30	150	自強	通過	22:52:00	22:52:00
2213	區間車	停車載客	14:31:30	14:32:30	4235	區間車	停車載客	22:52:30	22:53:30
118	自強	通過	14:37:00	14:37:00	2046	區間快	停車載客	22:57:30	22:58:30
1202	區間車	停車載客	14:41:30	14:42:30	1281	區間車	停車載客	23:07:30	23:08:30
1197	區間車	停車載客	14:54:30	14:55:30	2264	區間車	停車載客	23:15:30	23:16:30
1208	區間車	停車載客	14:58:30	14:59:30	1283	區間車	停車載客	23:33:30	23:34:30
510	莒光	停車載客	15:06:00	15:07:00	152	自強	通過	23:35:00	23:35:00
1201	區間車	停車載客	15:15:30	15:16:30	1298	區間車	停車載客	23:55:30	23:56:30
135	自強	通過	15:21:30	15:21:30	1287	區間車	停車載客	23:57:30	23:58:30

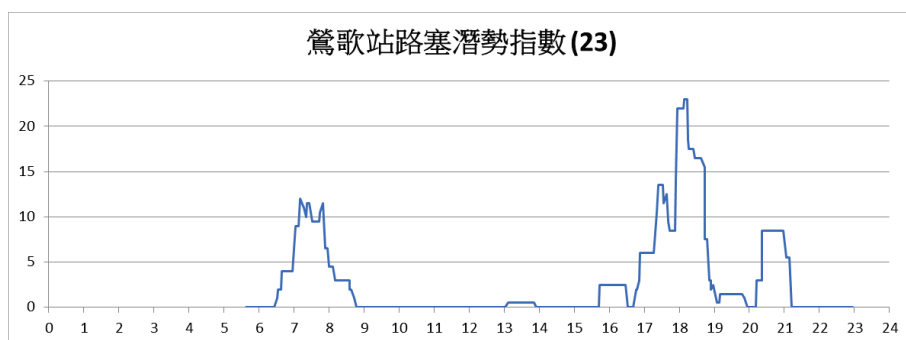


圖 4.3 鶯歌站路塞潛勢指數

2. B 級：桃園站

表 4-3 桃園站基本資料

項目	說明
車站名稱	桃園站
英文站名	Taoyuan
電報碼	ㄊㄠ ㄩㄢ
所在路線	西幹線
里程	57.4 公里
基準碼	SA0574
站等	一等站
北側鄰站	鶯歌站
南側鄰站	內壢站
日車次數	199
停站車次數(占比)	193(97%)
路塞潛勢指數	64.5



資料來源：臺鐵局行控中心顯示面板照片

圖 4.4 桃園站股道圖

表 4-4 桃園站 109 年 9 月 30 日班表

車次	車種	到站 任務	到站 時分	離站 時分	車次	車種	到站 任務	到站 時分	離站 時分
1287	區間車	停車載客	00:06:00	00:07:00	1201	區間車	停車載客	15:24:00	15:25:00
1105	區間車	停車載客	05:25:00	05:27:00	172	自強	停車載客	15:27:00	15:29:00
4138	區間車	停車載客	05:28:00	05:30:00	135	自強	停車載客	15:29:00	15:30:30
1112	區間車	停車載客	05:54:00	05:56:00	1218	區間車	停車載客	15:37:00	15:39:00
2011	區間快	停車載客	05:56:00	05:57:00	1212	區間車	停車載客	15:47:00	15:49:00
1120	區間車	停車載客	06:11:00	06:13:00	2223	區間車	停車載客	15:50:00	15:52:00
1107	區間車	停車載客	06:13:00	06:14:00	1207	區間車	停車載客	16:04:00	16:10:00
1122	區間車	停車載客	06:28:00	06:30:00	273	自強	通過	16:08:00	16:08:00
2133	區間車	停車載客	06:32:00	06:33:00	2194	區間車	停車載客	16:11:00	16:13:00
1	莒光	停車載客	06:40:00	06:42:00	562	莒光	停車載客	16:19:00	16:21:00
272	自強	停車載客	06:43:00	06:45:00	1211	區間車	停車載客	16:24:00	16:25:00
4148	區間車	停車載客	06:48:00	06:50:00	122	自強	停車載客	16:27:00	16:29:00
103	自強	停車載客	06:56:00	06:57:30	175	自強	停車載客	16:29:00	16:30:30
1128	區間車	停車載客	06:58:00	07:00:00	1222	區間車	停車載客	16:34:00	16:36:00
1117	區間車	停車載客	07:01:00	07:02:00	2233	區間車	停車載客	16:41:00	16:42:00
4152	區間車	停車載客	07:07:00	07:09:00	521	莒光	停車載客	16:46:30	16:48:30
1132	區間車	停車載客	07:16:00	07:18:00	1228	區間車	停車載客	16:52:00	16:54:00
1121	區間車	停車載客	07:16:30	07:17:30	1217	區間車	停車載客	16:58:00	17:00:00
1130	區間車	停車載客	07:22:00	07:24:00	4232	區間車	停車載客	17:01:00	17:03:00
4103	區間車	停車載客	07:25:30	07:26:30	4183	區間車	停車載客	17:09:00	17:10:00
4154	區間車	停車載客	07:30:00	07:32:00	282	自強	通過	17:11:00	17:11:00
105	自強	停車載客	07:32:00	07:33:30	176	自強	停車載客	17:17:00	17:20:00
2143	區間車	停車載客	07:40:30	07:41:30	1221	區間車	停車載客	17:23:00	17:24:00
102	自強	停車載客	07:42:00	07:45:00	2204	區間車	停車載客	17:23:00	17:25:00
1134	區間車	停車載客	07:48:00	07:50:00	139	自強	停車載客	17:29:00	17:30:30
507	莒光	停車載客	07:49:30	07:51:30	4234	區間車	停車載客	17:30:00	17:32:00
1127	區間車	停車載客	08:00:30	08:02:00	516	莒光	停車載客	17:37:00	17:39:00
2114	區間車	停車載客	08:01:00	08:03:00	2243	區間車	停車載客	17:40:00	17:41:00
1131	區間車	停車載客	08:11:30	08:13:00	1232	區間車	停車載客	17:43:00	17:45:00
1136	區間車	停車載客	08:12:00	08:14:00	1227	區間車	停車載客	17:49:00	17:50:00
111	自強	停車載客	08:23:30	08:24:30	2033	區間快	停車載客	17:54:00	17:55:00
2008	區間快	停車載客	08:25:00	08:27:00	128	自強	停車載客	17:57:00	17:59:00
1129	區間車	停車載客	08:29:00	08:31:00	141	自強	停車載客	17:59:00	18:01:00
1138	區間車	停車載客	08:33:00	08:35:00	1238	區間車	停車載客	18:03:00	18:05:00
109	自強	停車載客	08:42:00	08:43:30	1231	區間車	停車載客	18:10:00	18:11:00

車次	車種	到站 任務	到站 時分	離站 時分	車次	車種	到站 任務	到站 時分	離站 時分
2153	區間車	停車載客	08:47:00	08:48:00	130	自強	停車載客	18:17:00	18:19:00
278	自強	停車載客	08:48:00	08:50:00	2214	區間車	停車載客	18:23:00	18:25:00
1135	區間車	停車載客	08:54:00	09:02:00	177	自強	停車載客	18:24:00	18:26:00
2120	區間車	停車載客	08:54:00	08:55:00	2253	區間車	停車載客	18:32:00	18:33:00
113	自強	停車載客	08:57:00	08:58:30	4046	區間快	停車載客	18:32:00	18:34:00
1148	區間車	停車載客	09:01:00	09:03:00	136	自強	停車載客	18:38:30	18:40:00
1137	區間車	停車載客	09:08:00	09:09:00	145	自強	停車載客	18:39:00	18:41:00
280	自強	通過	09:11:00	09:11:00	1242	區間車	停車載客	18:44:00	18:46:00
170	自強	停車載客	09:17:00	09:19:00	1235	區間車	停車載客	18:48:00	18:50:00
1141	區間車	停車載客	09:24:00	09:25:00	1239	區間車	停車載客	18:53:00	18:55:00
2124	區間車	停車載客	09:29:00	09:30:00	1248	區間車	停車載客	18:59:00	19:01:00
115	自強	停車載客	09:32:00	09:33:30	4027	區間快	停車載客	19:02:30	19:04:00
1152	區間車	停車載客	09:37:00	09:39:00	134	自強	停車載客	19:09:00	19:11:00
2163	區間車	停車載客	09:42:00	09:43:00	1237	區間車	停車載客	19:12:00	19:20:00
1158	區間車	停車載客	09:52:00	09:54:00	147	自強	停車載客	19:15:00	19:16:30
511	莒光	停車載客	09:53:00	09:54:30	2224	區間車	停車載客	19:19:00	19:21:00
1147	區間車	停車載客	10:02:00	10:03:00	2263	區間車	停車載客	19:26:00	19:34:00
2134	區間車	停車載客	10:10:00	10:12:00	149	自強	停車載客	19:29:00	19:30:30
1151	區間車	停車載客	10:21:00	10:23:00	1252	區間車	停車載客	19:35:00	19:37:00
108	自強	停車載客	10:27:00	10:29:00	1241	區間車	停車載客	19:45:00	19:47:00
117	自強	停車載客	10:29:00	10:30:30	1258	區間車	停車載客	19:45:00	19:47:00
1162	區間車	停車載客	10:32:00	10:34:00	138	自強	停車載客	19:54:00	19:56:00
2173	區間車	停車載客	10:41:00	10:42:00	653	莒光	停車載客	19:56:00	20:04:00
1168	區間車	停車載客	10:48:00	10:50:00	181	自強	停車載客	19:59:00	20:00:30
1157	區間車	停車載客	11:01:00	11:02:00	2042	區間快	停車載客	20:00:00	20:02:00
110	自強	通過	11:08:00	11:08:00	1247	區間車	停車載客	20:06:00	20:08:00
2144	區間車	停車載客	11:15:00	11:17:00	2234	區間車	停車載客	20:10:00	20:12:00
1161	區間車	停車載客	11:21:00	11:22:00	554	莒光	停車載客	20:15:00	20:18:00
112	自強	停車載客	11:28:00	11:30:00	1262	區間車	停車載客	20:23:00	20:25:00
121	自強	停車載客	11:29:00	11:30:30	1251	區間車	停車載客	20:25:00	20:26:00
2183	區間車	停車載客	11:42:00	11:43:00	142	自強	停車載客	20:37:00	20:39:00
1172	區間車	停車載客	11:44:00	11:46:00	283	自強	通過	20:38:00	20:38:00
513	莒光	停車載客	11:54:00	11:55:30	288	自強	停車載客	20:48:00	20:50:00
1178	區間車	停車載客	11:59:00	12:01:00	2273	區間車	停車載客	20:48:00	20:49:00
1167	區間車	停車載客	12:06:00	12:07:00	1268	區間車	停車載客	20:54:00	20:56:00
2154	區間車	停車載客	12:11:00	12:13:00	285	自強	停車載客	20:58:30	20:59:30
114	自強	停車載客	12:27:00	12:29:00	1272	區間車	停車載客	21:03:00	21:04:00
123	自強	停車載客	12:27:00	12:28:30	2	莒光	停車載客	21:07:00	21:08:00
1171	區間車	停車載客	12:35:00	12:36:00	4209	區間車	停車載客	21:09:00	21:11:00
1182	區間車	停車載客	12:37:00	12:39:00	522	莒光	停車載客	21:11:00	21:13:00
2193	區間車	停車載客	12:44:00	12:45:00	1257	區間車	停車載客	21:13:00	21:14:00
1188	區間車	停車載客	12:51:00	12:53:00	1261	區間車	停車載客	21:21:00	21:22:00
1177	區間車	停車載客	12:58:00	12:59:00	144	自強	停車載客	21:24:00	21:26:00
271	自強	停車載客	13:08:30	13:09:30	155	自強	停車載客	21:29:00	21:30:30
2164	區間車	停車載客	13:11:00	13:13:00	2244	區間車	停車載客	21:32:00	21:34:00
1181	區間車	停車載客	13:22:00	13:23:00	1263	區間車	停車載客	21:40:00	21:41:00
116	自強	停車載客	13:27:00	13:29:00	4221	區間車	停車載客	21:47:00	21:48:00
125	自強	停車載客	13:30:00	13:31:30	1278	區間車	停車載客	21:48:00	21:50:00
506	莒光	停車載客	13:32:00	13:34:00	146	自強	停車載客	21:59:00	22:01:00
1192	區間車	停車載客	13:39:00	13:41:00	1280	區間車	停車載客	22:04:00	22:06:00
2203	區間車	停車載客	13:40:00	13:41:00	1271	區間車	停車載客	22:05:00	22:06:00
1198	區間車	停車載客	13:51:00	13:53:00	1267	區間車	停車載客	22:17:00	22:18:00
127	自強	通過	13:53:00	13:53:00	2254	區間車	停車載客	22:19:00	22:21:00
1187	區間車	停車載客	14:00:00	14:02:00	4225	區間車	停車載客	22:29:00	22:30:00

車次	車種	到站任務	到站時分	離站時分	車次	車種	到站任務	到站時分	離站時分
1191	區間車	停車載客	14:10:00	14:11:00	1282	區間車	停車載客	22:32:00	22:34:00
2174	區間車	停車載客	14:11:00	14:13:00	150	自強	停車載客	22:42:00	22:44:00
561	莒光	停車載客	14:16:30	14:18:30	1273	區間車	停車載客	22:48:00	22:49:00
118	自強	停車載客	14:27:00	14:29:00	2046	區間快	停車載客	22:48:00	22:50:00
129	自強	停車載客	14:29:00	14:30:30	4235	區間車	停車載客	23:01:00	23:02:00
1202	區間車	停車載客	14:32:00	14:34:00	2264	區間車	停車載客	23:06:00	23:08:00
2213	區間車	停車載客	14:40:00	14:41:00	1281	區間車	停車載客	23:16:00	23:17:00
1208	區間車	停車載客	14:49:00	14:51:00	152	自強	停車載客	23:25:00	23:27:00
510	莒光	停車載客	14:55:00	14:57:00	1283	區間車	停車載客	23:42:00	23:43:00
1197	區間車	停車載客	15:03:00	15:04:00	1298	區間車	停車載客	23:46:00	23:48:00
2184	區間車	停車載客	15:14:00	15:16:00					

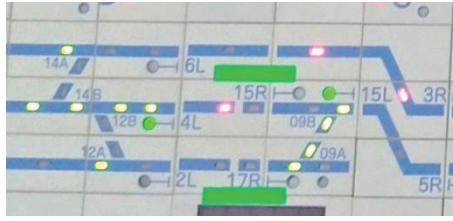


圖 4.5 桃園站路塞潛勢指數

3. C 級：汐科站

表 4-5 汐科站基本資料

項目	說明
車站名稱	汐科站
英文站名	Sike
電報碼	
所在路線	西幹線
里程	14.6 公里
基準碼	SA0146
站等	簡易站
北側鄰站	汐止站
南側鄰站	南港站
日車次數	296
停站車次數(占比)	165(56%)
路塞潛勢指數	100



資料來源：臺鐵局行控中心顯示面板照片

圖 4.6 汐科站股道圖

表 4-6 汐科站 109 年 9 月 30 日班表

車次	車種	到站 任務	到站 時分	離站 時分	車次	車種	到站 任務	到站 時分	離站 時分
2264	區間車	停車載客	00:02:30	00:03:00	1198	區間車	停車載客	14:47:30	14:48:00
152	自強	通過	00:18:00	00:18:00	417	自強	通過	14:50:00	14:50:00
2011	區間快	通過	05:10:30	05:10:30	4198	區間車	停車載客	14:53:30	14:54:00
1107	區間車	停車載客	05:18:00	05:18:30	4173	區間車	停車載客	14:59:00	14:59:30
2133	區間車	停車載客	05:37:00	05:37:30	1200	區間車	停車載客	15:01:30	15:02:00
4128	區間車	停車載客	05:41:30	05:42:00	2174	區間車	停車載客	15:07:30	15:08:00
1117	區間車	停車載客	05:59:00	05:59:30	1207	區間車	停車載客	15:08:00	15:08:30
1106	區間車	停車載客	06:01:30	06:02:00	118	自強	通過	15:18:00	15:18:00
103	自強	通過	06:09:00	06:09:00	1211	區間車	停車載客	15:21:00	15:21:30
1121	區間車	停車載客	06:21:00	06:21:30	432	自強	通過	15:24:00	15:24:00
402	自強	通過	06:26:00	06:26:00	273	自強	通過	15:27:00	15:27:00
4103	區間車	停車載客	06:30:00	06:30:30	1202	區間車	停車載客	15:30:30	15:31:00
4138	區間車	停車載客	06:34:00	06:35:00	4177	區間車	停車載客	15:31:00	15:31:30
204	自強	通過	06:38:00	06:38:00	4208	區間車	停車載客	15:40:30	15:41:00
105	自強	通過	06:39:00	06:39:00	175	自強	通過	15:42:00	15:42:00
1110	區間車	停車載客	06:42:00	06:43:00	2233	區間車	停車載客	15:46:00	15:46:30
2143	區間車	停車載客	06:45:00	06:45:30	1208	區間車	停車載客	15:47:30	15:48:00
1112	區間車	停車載客	06:51:00	06:52:00	521	莒光	通過	15:51:00	15:51:00
507	莒光	通過	06:52:00	06:52:00	510	莒光	通過	15:54:00	15:54:00
406	自強	通過	06:55:00	06:55:00	236	自強	通過	16:00:00	16:00:00
4107	區間車	停車載客	07:00:00	07:00:30	1217	區間車	停車載客	16:01:00	16:01:30
1127	區間車	停車載客	07:05:00	07:05:30	223	自強	通過	16:10:00	16:10:00
4144	區間車	停車載客	07:06:00	07:07:00	2184	區間車	停車載客	16:14:00	16:15:00
1007	區間快	通過	07:10:00	07:10:00	4183	區間車	停車載客	16:14:00	16:14:30
1120	區間車	停車載客	07:11:00	07:12:00	172	自強	通過	16:18:30	16:18:30
1131	區間車	停車載客	07:15:00	07:15:30	1221	區間車	停車載客	16:19:00	16:19:30
74	莒光	通過	07:22:00	07:22:00	421	自強	通過	16:26:00	16:26:00
1122	區間車	停車載客	07:27:00	07:28:00	1218	區間車	停車載客	16:34:00	16:35:00
1129	區間車	停車載客	07:27:00	07:27:30	238	自強	通過	16:39:00	16:39:00
4003	區間快	通過	07:33:00	07:33:00	139	自強	通過	16:40:00	16:40:00
2153	區間車	停車載客	07:39:00	07:39:30	1212	區間車	停車載客	16:43:30	16:44:00
272	自強	通過	07:42:00	07:42:00	2243	區間車	停車載客	16:45:00	16:45:30
4111	區間車	停車載客	07:45:00	07:45:30	4216	區間車	停車載客	16:50:00	16:51:00
1135	區間車	停車載客	07:50:00	07:50:30	1227	區間車	停車載客	16:54:00	16:54:30
4148	區間車	停車載客	07:50:00	07:51:00	1220	區間車	停車載客	17:01:00	17:02:00
408	自強	通過	07:52:00	07:52:00	2033	區間快	通過	17:02:00	17:02:00
109	自強	通過	07:56:00	07:56:00	141	自強	通過	17:10:00	17:10:00
1128	區間車	停車載客	08:01:00	08:02:00	2194	區間車	停車載客	17:11:00	17:12:00

車次	車種	到站 任務	到站 時分	離站 時分	車次	車種	到站 任務	到站 時分	離站 時分
203	自強	通過	08:02:00	08:02:00	1231	區間車	停車載客	17:14:00	17:14:30
113	自強	通過	08:06:00	08:06:00	122	自強	通過	17:20:00	17:20:00
4152	區間車	停車載客	08:09:00	08:10:00	225	自強	通過	17:21:00	17:21:00
1137	區間車	停車載客	08:11:00	08:11:30	4191	區間車	停車載客	17:25:00	17:25:30
410	自強	通過	08:13:00	08:13:00	562	莒光	通過	17:26:00	17:26:00
4113	區間車	停車載客	08:17:00	08:17:30	177	自強	通過	17:29:00	17:29:00
1132	區間車	停車載客	08:19:00	08:20:00	1222	區間車	停車載客	17:33:00	17:34:00
2	莒光	通過	08:23:00	08:23:00	2253	區間車	停車載客	17:35:00	17:35:30
1141	區間車	停車載客	08:23:00	08:23:30	4224	區間車	停車載客	17:40:00	17:41:00
401	自強	通過	08:31:00	08:31:00	1235	區間車	停車載客	17:45:00	17:45:30
4154	區間車	停車載客	08:32:00	08:33:00	145	自強	通過	17:49:00	17:49:00
261	自強	通過	08:35:00	08:35:00	1228	區間車	停車載客	17:50:00	17:51:00
102	自強	通過	08:36:00	08:36:00	282	自強	通過	17:52:00	17:52:00
115	自強	通過	08:40:00	08:40:00	1239	區間車	停車載客	17:53:00	17:53:30
1140	區間車	停車載客	08:40:30	08:41:30	425	自強	通過	17:59:00	17:59:00
1134	區間車	停車載客	08:46:00	08:47:00	1226	區間車	停車載客	18:00:00	18:01:00
2163	區間車	停車載客	08:46:00	08:46:30	4193	區間車	停車載客	18:03:00	18:03:30
4022	區間快	通過	08:52:00	08:52:00	4232	區間車	停車載客	18:06:00	18:07:00
4119	區間車	停車載客	08:52:00	08:52:30	4027	區間快	通過	18:07:30	18:07:30
511	莒光	通過	08:58:00	08:58:00	176	自強	通過	18:10:00	18:10:00
2114	區間車	停車載客	08:59:00	09:00:00	1237	區間車	停車載客	18:15:00	18:15:30
412	自強	通過	09:04:00	09:04:00	147	自強	通過	18:20:00	18:20:00
1147	區間車	停車載客	09:06:00	09:06:30	2204	區間車	停車載客	18:20:00	18:21:00
1136	區間車	停車載客	09:10:00	09:11:00	4234	區間車	停車載客	18:27:00	18:28:00
4123	區間車	停車載客	09:13:00	09:13:30	2263	區間車	停車載客	18:29:00	18:29:30
212	自強	通過	09:15:00	09:15:00	516	莒光	通過	18:34:00	18:34:00
605	莒光	通過	09:19:00	09:19:00	4197	區間車	停車載客	18:34:00	18:34:30
2008	區間快	通過	09:22:30	09:22:30	149	自強	通過	18:39:00	18:39:00
1151	區間車	停車載客	09:25:00	09:25:30	438	自強	通過	18:39:00	18:39:00
1138	區間車	停車載客	09:30:00	09:31:00	229	自強	通過	18:42:30	18:42:30
207	自強	通過	09:31:00	09:31:00	1232	區間車	停車載客	18:46:00	18:47:00
278	自強	通過	09:32:00	09:32:00	128	自強	通過	18:50:00	18:50:00
117	自強	通過	09:38:00	09:38:00	1241	區間車	停車載客	18:50:00	18:50:30
4162	區間車	停車載客	09:40:00	09:41:00	653	莒光	通過	18:55:00	18:55:00
2173	區間車	停車載客	09:46:00	09:46:30	246	自強	通過	18:55:30	18:55:30
2120	區間車	停車載客	09:50:00	09:51:00	1238	區間車	停車載客	19:01:00	19:02:00
280	自強	通過	09:52:00	09:52:00	1247	區間車	停車載客	19:03:00	19:03:30
1148	區間車	停車載客	10:05:00	10:06:00	4236	區間車	停車載客	19:06:00	19:07:00
1157	區間車	停車載客	10:05:00	10:05:30	181	自強	通過	19:09:00	19:09:00
4131	區間車	停車載客	10:11:00	10:11:30	130	自強	通過	19:12:00	19:12:00
170	自強	通過	10:15:00	10:15:00	2214	區間車	停車載客	19:20:00	19:21:00
642	莒光	通過	10:20:00	10:20:00	431	自強	通過	19:21:00	19:21:00
1161	區間車	停車載客	10:26:00	10:26:30	1251	區間車	停車載客	19:30:00	19:30:30
2124	區間車	停車載客	10:26:30	10:27:00	4046	區間快	通過	19:30:30	19:30:30
4017	區間快	通過	10:31:00	10:31:00	248	自強	通過	19:35:00	19:35:00
1152	區間車	停車載客	10:34:30	10:35:00	1	莒光	通過	19:39:00	19:39:00
211	自強	通過	10:35:00	10:35:00	1242	區間車	停車載客	19:40:30	19:41:00
218	自強	通過	10:40:00	10:40:00	2273	區間車	停車載客	19:46:00	19:46:30
121	自強	通過	10:42:00	10:42:00	4240	區間車	停車載客	19:48:30	19:49:00
4172	區間車	停車載客	10:45:30	10:46:00	71	莒光	通過	19:51:00	19:51:00
2183	區間車	停車載客	10:47:00	10:47:30	1248	區間車	停車載客	19:55:30	19:56:00
1158	區間車	停車載客	10:51:30	10:52:00	283	自強	通過	19:56:00	19:56:00
4135	區間車	停車載客	10:53:00	10:53:30	134	自強	通過	20:04:00	20:04:00
513	莒光	通過	10:59:00	10:59:00	4209	區間車	停車載客	20:06:00	20:06:30

車次	車種	到站 任務	到站 時分	離站 時分	車次	車種	到站 任務	到站 時分	離站 時分
422	自強	通過	11:03:00	11:03:00	1257	區間車	停車載客	20:11:00	20:11:30
2134	區間車	停車載客	11:10:30	11:11:00	2224	區間車	停車載客	20:15:30	20:16:00
1167	區間車	停車載客	11:11:00	11:11:30	285	自強	通過	20:17:00	20:17:00
108	自強	通過	11:18:00	11:18:00	448	自強	通過	20:20:00	20:20:00
4137	區間車	停車載客	11:19:00	11:19:30	4211	區間車	停車載客	20:21:00	20:21:30
1162	區間車	停車載客	11:28:30	11:29:00	262	自強	通過	20:25:00	20:25:00
1171	區間車	停車載客	11:31:00	11:31:30	1261	區間車	停車載客	20:26:00	20:26:30
4178	區間車	停車載客	11:33:30	11:34:00	1252	區間車	停車載客	20:32:30	20:33:00
123	自強	通過	11:37:00	11:37:00	4215	區間車	停車載客	20:34:00	20:34:30
411	自強	通過	11:41:00	11:41:00	4244	區間車	停車載客	20:38:30	20:39:00
1168	區間車	停車載客	11:45:30	11:46:00	155	自強	通過	20:40:00	20:40:00
2193	區間車	停車載客	11:49:00	11:49:30	1258	區間車	停車載客	20:43:30	20:44:00
222	自強	通過	11:57:00	11:57:00	1263	區間車	停車載客	20:45:00	20:45:30
1177	區間車	停車載客	12:03:00	12:03:30	138	自強	通過	20:48:00	20:48:00
224	自強	通過	12:07:00	12:07:00	4221	區間車	停車載客	20:50:00	20:50:30
407	自強	通過	12:11:00	12:11:00	2042	區間快	通過	20:53:00	20:53:00
2144	區間車	停車載客	12:13:30	12:14:00	235	自強	通過	20:55:00	20:55:00
112	自強	通過	12:19:00	12:19:00	252	自強	通過	20:58:00	20:58:00
1181	區間車	停車載客	12:19:00	12:19:30	441	自強	通過	21:06:00	21:06:00
4028	區間快	通過	12:25:00	12:25:00	2234	區間車	停車載客	21:08:30	21:09:00
271	自強	通過	12:27:00	12:27:00	1271	區間車	停車載客	21:10:00	21:10:30
4021	區間快	通過	12:33:00	12:33:00	554	莒光	通過	21:21:00	21:21:00
125	自強	通過	12:40:00	12:40:00	1267	區間車	停車載客	21:21:00	21:21:30
1172	區間車	停車載客	12:40:30	12:41:00	1262	區間車	停車載客	21:26:30	21:27:00
2203	區間車	停車載客	12:45:00	12:45:30	142	自強	通過	21:29:00	21:29:00
4182	區間車	停車載客	12:49:30	12:50:00	288	自強	通過	21:32:00	21:32:00
4151	區間車	停車載客	12:53:00	12:53:30	4225	區間車	停車載客	21:32:00	21:32:30
1178	區間車	停車載客	12:57:30	12:58:00	439	自強	通過	21:43:00	21:43:00
1187	區間車	停車載客	12:58:00	12:58:30	4248	區間車	停車載客	21:45:30	21:46:00
217	自強	通過	13:04:00	13:04:00	1268	區間車	停車載客	21:51:30	21:52:00
2154	區間車	停車載客	13:07:30	13:08:00	1273	區間車	停車載客	21:52:00	21:52:30
426	自強	通過	13:10:00	13:10:00	1272	區間車	停車載客	22:03:30	22:04:00
1191	區間車	停車載客	13:15:00	13:15:30	4235	區間車	停車載客	22:05:00	22:05:30
114	自強	通過	13:18:00	13:18:00	522	莒光	通過	22:09:00	22:09:00
561	莒光	通過	13:21:00	13:21:00	241	自強	通過	22:10:00	22:10:00
228	自強	通過	13:25:00	13:25:00	256	自強	通過	22:15:00	22:15:00
1182	區間車	停車載客	13:33:30	13:34:00	1281	區間車	停車載客	22:19:00	22:19:30
129	自強	通過	13:39:00	13:39:00	144	自強	通過	22:22:00	22:22:00
4188	區間車	停車載客	13:39:30	13:40:00	4252	區間車	停車載客	22:27:30	22:28:00
2213	區間車	停車載客	13:44:00	13:44:30	247	自強	通過	22:32:00	22:32:00
1188	區間車	停車載客	13:47:30	13:48:00	2244	區間車	停車載客	22:33:30	22:34:00
4171	區間車	停車載客	13:49:00	13:49:30	445	自強	通過	22:36:00	22:36:00
219	自強	通過	13:55:00	13:55:00	1278	區間車	停車載客	22:45:30	22:46:00
230	自強	通過	14:00:00	14:00:00	1283	區間車	停車載客	22:47:00	22:47:30
2164	區間車	停車載客	14:07:30	14:08:00	146	自強	通過	22:50:00	22:50:00
1197	區間車	停車載客	14:08:00	14:08:30	1276	區間車	停車載客	22:55:30	22:56:00
4025	區間快	通過	14:16:00	14:16:00	4241	區間車	停車載客	22:56:00	22:56:30
116	自強	通過	14:18:00	14:18:00	1280	區間車	停車載客	23:00:30	23:01:00
4030	區間快	通過	14:25:00	14:25:00	1287	區間車	停車載客	23:10:00	23:10:30
1201	區間車	停車載客	14:28:00	14:28:30	2254	區間車	停車載客	23:15:30	23:16:00
506	莒光	通過	14:30:00	14:30:00	1282	區間車	停車載客	23:28:30	23:29:00
221	自強	通過	14:33:00	14:33:00	1289	區間車	停車載客	23:30:00	23:30:30
1192	區間車	停車載客	14:35:30	14:36:00	150	自強	通過	23:33:00	23:33:00
135	自強	通過	14:40:00	14:40:00	2046	區間快	通過	23:40:00	23:40:00

車次	車種	到站 任務	到站 時分	離站 時分	車次	車種	到站 任務	到站 時分	離站 時分
232	自強	通過	14:40:00	14:40:00	251	自強	通過	23:43:00	23:43:00
2223	區間車	停車載客	14:45:00	14:45:30	447	自強	通過	23:58:00	23:58:00

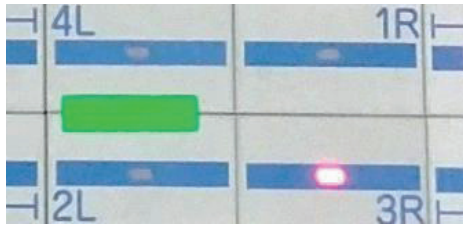


圖 4.7 汐科站路塞潛勢指數

4. D 級：浮洲站

表 4-7 浮洲站基本資料

項目	說明
車站名稱	浮洲站
英文站名	
電報碼	
所在路線	西幹線
里程	38.0 公里
基準碼	SA0380
站等	簡易站
北側鄰站	板橋站
南側鄰站	樹林站
日車次數	302
停站車次數	166(55%)
路塞潛勢指數	140.75



資料來源：臺鐵局行控中心顯示面板照片

圖 4.8 浮洲站股道圖

表 4-8 浮洲站 109 年 9 月 30 日班表

車次	車種	到站任務	到站時分	離站時分	車次	車種	到站任務	到站時分	離站時分
1289	區間車	停車載客	00:04:00	00:04:30	2174	區間車	停車載客	14:35:30	14:36:00
1298	區間車	停車載客	00:10:30	00:11:00	1197	區間車	停車載客	14:40:00	14:40:30
251	自強	通過	00:15:00	00:15:00	4025	區間快	通過	14:45:30	14:45:30
447	自強	通過	00:25:00	00:25:00	118	自強	通過	14:46:30	14:46:30
4128	區間車	停車載客	05:09:30	05:10:00	432	自強	通過	14:54:30	14:54:30
1106	區間車	停車載客	05:29:30	05:30:00	1202	區間車	停車載客	14:57:30	14:58:00
2011	區間快	通過	05:37:30	05:37:30	1201	區間車	停車載客	15:01:00	15:01:30
1107	區間車	停車載客	05:50:00	05:50:30	221	自強	通過	15:07:00	15:07:00
4138	區間車	停車載客	05:52:30	05:53:00	4208	區間車	停車載客	15:09:30	15:10:00
402	自強	通過	05:59:00	05:59:00	135	自強	通過	15:12:30	15:12:30
204	自強	通過	06:03:30	06:03:30	1208	區間車	停車載客	15:14:30	15:15:00
2133	區間車	停車載客	06:09:00	06:09:30	417	自強	通過	15:21:00	15:21:00
1112	區間車	停車載客	06:18:30	06:19:00	510	莒光	通過	15:21:30	15:21:30
1	莒光	通過	06:22:30	06:22:30	2223	區間車	停車載客	15:27:00	15:27:30
406	自強	通過	06:24:00	06:24:00	236	自強	通過	15:27:30	15:27:30
1117	區間車	停車載客	06:31:00	06:31:30	4173	區間車	停車載客	15:32:00	15:32:30
4144	區間車	停車載客	06:32:30	06:33:00	1207	區間車	停車載客	15:40:00	15:40:30
1120	區間車	停車載客	06:37:00	06:38:00	2184	區間車	停車載客	15:40:30	15:41:00
103	自強	通過	06:39:30	06:39:30	172	自強	通過	15:46:30	15:46:30
74	莒光	通過	06:46:30	06:46:30	273	自強	通過	15:55:00	15:55:00
1121	區間車	停車載客	06:53:00	06:53:30	1211	區間車	停車載客	16:01:00	16:01:30
1122	區間車	停車載客	06:53:00	06:54:00	1218	區間車	停車載客	16:01:30	16:02:00
4103	區間車	停車載客	07:02:00	07:02:30	4177	區間車	停車載客	16:06:00	16:06:30
272	自強	通過	07:06:30	07:06:30	238	自強	通過	16:07:30	16:07:30
105	自強	通過	07:12:30	07:12:30	1212	區間車	停車載客	16:11:30	16:12:00
4148	區間車	停車載客	07:14:00	07:15:00	175	自強	通過	16:12:30	16:12:30
2143	區間車	停車載客	07:17:00	07:17:30	4216	區間車	停車載客	16:17:30	16:18:00
408	自強	通過	07:20:30	07:20:30	2233	區間車	停車載客	16:18:00	16:18:30
1128	區間車	停車載客	07:24:00	07:25:00	521	莒光	通過	16:23:00	16:23:00
507	莒光	通過	07:26:00	07:26:00	1220	區間車	停車載客	16:28:30	16:29:00
4107	區間車	停車載客	07:32:00	07:32:30	1217	區間車	停車載客	16:35:00	16:35:30
4152	區間車	停車載客	07:32:00	07:33:00	2194	區間車	停車載客	16:36:30	16:37:00
1127	區間車	停車載客	07:37:00	07:37:30	223	自強	通過	16:40:00	16:40:00
410	自強	通過	07:37:30	07:37:30	4183	區間車	停車載客	16:46:00	16:46:30
1132	區間車	停車載客	07:42:00	07:43:00	122	自強	通過	16:46:30	16:46:30
1007	區間快	通過	07:42:30	07:42:30	562	莒光	通過	16:51:30	16:51:30
1130	區間車	停車載客	07:47:00	07:48:00	421	自強	通過	16:55:00	16:55:00
1131	區間車	停車載客	07:48:00	07:48:30	1222	區間車	停車載客	16:59:30	17:00:00
502	莒光	通過	07:52:30	07:52:30	1221	區間車	停車載客	17:00:00	17:00:30
4154	區間車	停車載客	07:56:00	07:57:00	4224	區間車	停車載客	17:06:30	17:07:00

車次	車種	到站任務	到站時分	離站時分	車次	車種	到站任務	到站時分	離站時分
1129	區間車	停車載客	08:00:00	08:00:30	139	自強	通過	17:12:30	17:12:30
102	自強	通過	08:02:30	08:02:30	1228	區間車	停車載客	17:16:30	17:17:00
4003	區間快	通過	08:04:30	08:04:30	2243	區間車	停車載客	17:17:00	17:17:30
1140	區間車	停車載客	08:07:30	08:08:00	282	自強	通過	17:24:00	17:24:00
111	自強	通過	08:10:00	08:10:00	1227	區間車	停車載客	17:26:00	17:26:30
1134	區間車	停車載客	08:12:30	08:13:00	1226	區間車	停車載客	17:28:30	17:29:00
2153	區間車	停車載客	08:16:00	08:16:30	4232	區間車	停車載客	17:32:30	17:33:00
4111	區間車	停車載客	08:20:00	08:20:30	2033	區間快	通過	17:34:30	17:34:30
4022	區間快	通過	08:21:00	08:21:00	176	自強	通過	17:37:30	17:37:30
109	自強	通過	08:25:30	08:25:30	141	自強	通過	17:42:30	17:42:30
2114	區間車	停車載客	08:26:30	08:27:00	1231	區間車	停車載客	17:47:00	17:47:30
1135	區間車	停車載客	08:30:00	08:30:30	2204	區間車	停車載客	17:47:30	17:48:00
412	自強	通過	08:32:30	08:32:30	225	自強	通過	17:52:00	17:52:00
203	自強	通過	08:34:00	08:34:00	4234	區間車	停車載客	17:54:30	17:55:00
1136	區間車	停車載客	08:37:00	08:38:00	4191	區間車	停車載客	17:57:00	17:57:30
113	自強	通過	08:40:30	08:40:30	516	莒光	通過	18:00:30	18:00:30
212	自強	通過	08:43:30	08:43:30	177	自強	通過	18:02:30	18:02:30
1137	區間車	停車載客	08:45:00	08:45:30	2253	區間車	停車載客	18:07:00	18:07:30
2008	區間快	通過	08:48:00	08:48:00	1232	區間車	停車載客	18:07:30	18:08:00
4113	區間車	停車載客	08:50:00	08:50:30	438	自強	通過	18:12:30	18:12:30
401	自強	通過	08:56:00	08:56:00	128	自強	通過	18:16:30	18:16:30
1138	區間車	停車載客	08:57:30	08:58:00	1235	區間車	停車載客	18:17:00	18:17:30
1141	區間車	停車載客	09:01:00	09:01:30	145	自強	通過	18:22:30	18:22:30
278	自強	通過	09:04:00	09:04:00	246	自強	通過	18:22:30	18:22:30
261	自強	通過	09:07:00	09:07:00	1239	區間車	停車載客	18:27:00	18:27:30
4162	區間車	停車載客	09:08:30	09:09:00	1238	區間車	停車載客	18:27:30	18:28:00
115	自強	通過	09:11:30	09:11:30	425	自強	通過	18:30:30	18:30:30
2120	區間車	停車載客	09:17:30	09:18:00	4236	區間車	停車載客	18:32:30	18:33:00
2163	區間車	停車載客	09:19:00	09:19:30	4193	區間車	停車載客	18:36:00	18:36:30
280	自強	通過	09:24:00	09:24:00	130	自強	通過	18:36:30	18:36:30
4119	區間車	停車載客	09:24:00	09:24:30	4027	區間快	通過	18:40:30	18:40:30
511	莒光	通過	09:30:00	09:30:00	2214	區間車	停車載客	18:47:30	18:48:00
1148	區間車	停車載客	09:31:30	09:32:00	1237	區間車	停車載客	18:48:00	18:48:30
1147	區間車	停車載客	09:39:00	09:39:30	136	自強	通過	18:54:00	18:54:00
170	自強	通過	09:41:30	09:41:30	147	自強	通過	18:54:30	18:54:30
4123	區間車	停車載客	09:45:00	09:45:30	4046	區間快	通過	19:00:30	19:00:30
642	莒光	通過	09:46:30	09:46:30	2263	區間車	停車載客	19:02:00	19:02:30
605	莒光	通過	09:52:00	09:52:00	248	自強	通過	19:05:30	19:05:30
2124	區間車	停車載客	09:53:30	09:54:00	4197	區間車	停車載客	19:07:00	19:07:30
1151	區間車	停車載客	09:57:00	09:57:30	1242	區間車	停車載客	19:08:30	19:09:00
1152	區間車	停車載客	10:01:30	10:02:00	149	自強	通過	19:12:30	19:12:30
207	自強	通過	10:02:00	10:02:00	4240	區間車	停車載客	19:15:30	19:16:00
218	自強	通過	10:08:30	10:08:30	229	自強	通過	19:16:00	19:16:00
117	自強	通過	10:12:30	10:12:30	1241	區間車	停車載客	19:22:00	19:22:30
4172	區間車	停車載客	10:13:30	10:14:00	1248	區間車	停車載客	19:23:30	19:24:00
2173	區間車	停車載客	10:18:00	10:18:30	134	自強	通過	19:28:30	19:28:30
1158	區間車	停車載客	10:18:30	10:19:00	653	莒光	通過	19:33:00	19:33:00
422	自強	通過	10:32:30	10:32:30	1247	區間車	停車載客	19:37:00	19:37:30
2134	區間車	停車載客	10:36:30	10:37:00	181	自強	通過	19:42:30	19:42:30
1157	區間車	停車載客	10:38:00	10:38:30	2224	區間車	停車載客	19:43:30	19:44:00
4131	區間車	停車載客	10:43:00	10:43:30	448	自強	通過	19:49:30	19:49:30
108	自強	通過	10:46:30	10:46:30	431	自強	通過	19:52:00	19:52:00
1162	區間車	停車載客	10:56:30	10:57:00	262	自強	通過	19:53:30	19:53:30
1161	區間車	停車載客	10:58:00	10:58:30	1252	區間車	停車載客	19:59:30	20:00:00

車次	車種	到站任務	到站時分	離站時分	車次	車種	到站任務	到站時分	離站時分
4017	區間快	通過	11:01:30	11:01:30	1251	區間車	停車載客	20:02:00	20:02:30
4178	區間車	停車載客	11:01:30	11:02:00	4244	區間車	停車載客	20:05:30	20:06:00
211	自強	通過	11:06:00	11:06:00	1258	區間車	停車載客	20:10:30	20:11:00
121	自強	通過	11:12:30	11:12:30	138	自強	通過	20:16:30	20:16:30
1168	區間車	停車載客	11:12:30	11:13:00	2273	區間車	停車載客	20:18:00	20:18:30
2183	區間車	停車載客	11:19:00	11:19:30	2042	區間快	通過	20:21:30	20:21:30
110	自強	通過	11:21:00	11:21:00	283	自強	通過	20:25:00	20:25:00
4135	區間車	停車載客	11:25:00	11:25:30	252	自強	通過	20:26:30	20:26:30
222	自強	通過	11:26:30	11:26:30	71	莒光	通過	20:33:00	20:33:00
513	莒光	通過	11:31:00	11:31:00	2234	區間車	停車載客	20:34:30	20:35:00
224	自強	通過	11:34:30	11:34:30	4209	區間車	停車載客	20:38:00	20:38:30
2144	區間車	停車載客	11:39:30	11:40:00	554	莒光	通過	20:41:30	20:41:30
1167	區間車	停車載客	11:43:00	11:43:30	285	自強	通過	20:45:00	20:45:00
112	自強	通過	11:47:30	11:47:30	1257	區間車	停車載客	20:49:00	20:49:30
4137	區間車	停車載客	11:51:00	11:51:30	1262	區間車	停車載客	20:50:30	20:51:00
4028	區間快	通過	11:55:30	11:55:30	4211	區間車	停車載客	20:53:00	20:53:30
1171	區間車	停車載客	12:05:00	12:05:30	142	自強	通過	20:56:30	20:56:30
1172	區間車	停車載客	12:08:30	12:09:00	1261	區間車	停車載客	20:58:00	20:58:30
123	自強	通過	12:10:30	12:10:30	288	自強	通過	21:04:00	21:04:00
411	自強	通過	12:15:00	12:15:00	4215	區間車	停車載客	21:07:00	21:07:30
4182	區間車	停車載客	12:17:30	12:18:00	155	自強	通過	21:12:30	21:12:30
2193	區間車	停車載客	12:21:00	12:21:30	4248	區間車	停車載客	21:13:30	21:14:00
1178	區間車	停車載客	12:23:30	12:24:00	1263	區間車	停車載客	21:17:00	21:17:30
1177	區間車	停車載客	12:35:00	12:35:30	1268	區間車	停車載客	21:19:30	21:20:00
2154	區間車	停車載客	12:35:30	12:36:00	4221	區間車	停車載客	21:23:00	21:23:30
426	自強	通過	12:42:30	12:42:30	2	莒光	通過	21:26:30	21:26:30
407	自強	通過	12:45:00	12:45:00	235	自強	通過	21:28:00	21:28:00
114	自強	通過	12:46:30	12:46:30	1272	區間車	停車載客	21:32:30	21:33:00
228	自強	通過	12:54:30	12:54:30	441	自強	通過	21:36:00	21:36:00
271	自強	通過	12:55:00	12:55:00	522	莒光	通過	21:37:30	21:37:30
1181	區間車	停車載客	12:59:00	12:59:30	1271	區間車	停車載客	21:42:00	21:42:30
1182	區間車	停車載客	13:01:30	13:02:00	256	自強	通過	21:42:30	21:42:30
4021	區間快	通過	13:03:30	13:03:30	144	自強	通過	21:46:30	21:46:30
4188	區間車	停車載客	13:07:30	13:08:00	4252	區間車	停車載客	21:53:30	21:54:00
125	自強	通過	13:10:30	13:10:30	1267	區間車	停車載客	21:54:00	21:54:30
1188	區間車	停車載客	13:15:30	13:16:00	2244	區間車	停車載客	21:58:30	21:59:00
2203	區間車	停車載客	13:17:00	13:17:30	4225	區間車	停車載客	22:06:00	22:06:30
4151	區間車	停車載客	13:25:00	13:25:30	1278	區間車	停車載客	22:12:30	22:13:00
1187	區間車	停車載客	13:30:00	13:30:30	439	自強	通過	22:16:00	22:16:00
230	自強	通過	13:30:30	13:30:30	146	自強	通過	22:18:30	22:18:30
217	自強	通過	13:35:00	13:35:00	1276	區間車	停車載客	22:23:30	22:24:00
2164	區間車	停車載客	13:35:30	13:36:00	1273	區間車	停車載客	22:25:00	22:25:30
127	自強	通過	13:40:00	13:40:00	1280	區間車	停車載客	22:28:30	22:29:00
116	自強	通過	13:46:30	13:46:30	4235	區間車	停車載客	22:38:00	22:38:30
1191	區間車	停車載客	13:47:00	13:47:30	241	自強	通過	22:43:00	22:43:00
561	莒光	通過	13:53:00	13:53:00	2254	區間車	停車載客	22:43:30	22:44:00
4030	區間快	通過	13:54:30	13:54:30	1281	區間車	停車載客	22:53:00	22:53:30
506	莒光	通過	13:58:30	13:58:30	1282	區間車	停車載客	22:56:30	22:57:00
1192	區間車	停車載客	14:03:30	14:04:00	247	自強	通過	23:01:00	23:01:00
232	自強	通過	14:09:30	14:09:30	150	自強	通過	23:01:30	23:01:30
129	自強	通過	14:12:30	14:12:30	445	自強	通過	23:08:00	23:08:00
1198	區間車	停車載客	14:15:30	14:16:00	2046	區間快	通過	23:09:30	23:09:30
2213	區間車	停車載客	14:17:00	14:17:30	1283	區間車	停車載客	23:19:00	23:19:30
4171	區間車	停車載客	14:21:00	14:21:30	4241	區間車	停車載客	23:28:00	23:28:30

車次	車種	到站任務	到站時分	離站時分	車次	車種	到站任務	到站時分	離站時分
4198	區間車	停車載客	14:21:30	14:22:00	2264	區間車	停車載客	23:30:30	23:31:00
219	自強	通過	14:26:00	14:26:00	1287	區間車	停車載客	23:43:00	23:43:30
1200	區間車	停車載客	14:29:30	14:30:00	152	自強	通過	23:47:30	23:47:30



圖 4.9 浮洲站路塞潛勢指數

由前述路塞潛勢指數之計算及分級方式，以臺鐵 109 年 9 月 30 日真實班表分析，各路線之路塞潛勢指數如圖 4.10 至圖 4.16。首先圖 4.10 呈現西幹線北段(基隆~彰化)之狀況，圖中可見七堵站至南樹林站間路塞潛勢指數偏高，顯示此路段運轉較為擁擠，與先驗知識一致。而新竹站前後路段亦較為擁擠，同時又受到內灣線之影響，亦反映在路塞潛勢指數中。

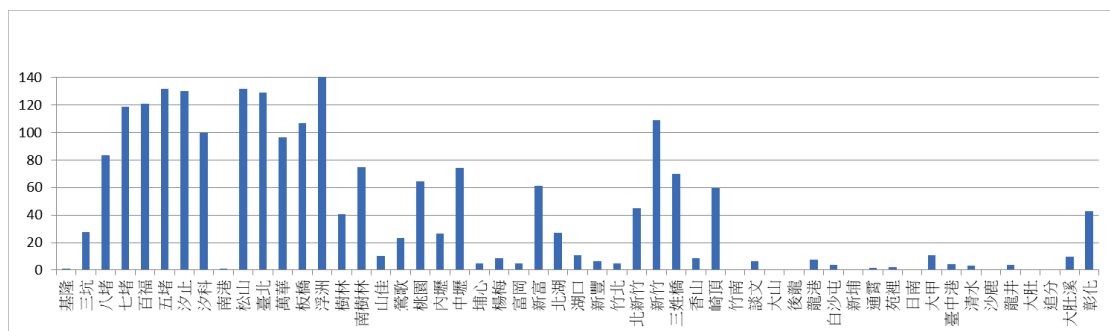


圖 4.10 臺鐵現況路塞潛勢指數：西幹線北段(基隆~彰化)

至於西幹線南段(彰化站~高雄站)路塞潛勢指數如圖 4.11 所示，數據顯示此路段之狀況大致良好，而南科至仁德之間路塞潛勢指數相對偏高，研判是受到沙崙線影響。此路段為沙崙線車次與西幹線重疊範圍。至於左營站以南至高雄站間亦有路塞潛勢指數較高現象，研判是高雄區域鐵路地下化時，增設車站影響運轉所致。

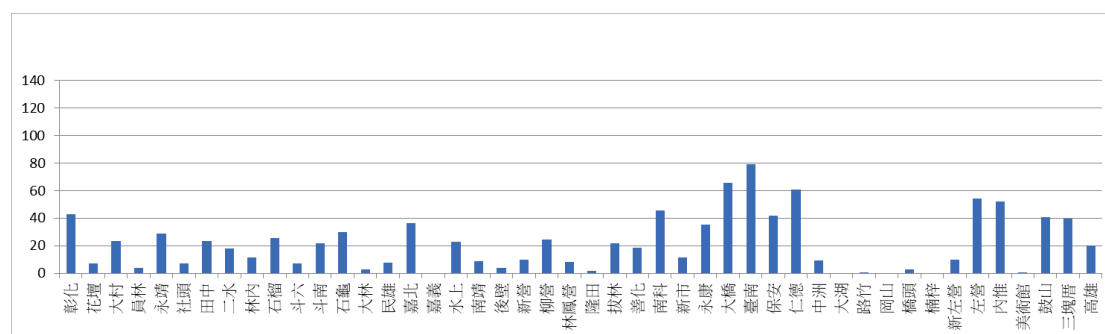


圖 4.11 臺鐵現況路塞潛勢指數：西幹線南段(彰化站~高雄站)

位於高雄站至枋寮站之間的屏東線則狀況良好，如圖 4.12 所示。此路段受到潮州基地支援西幹線之影響，高雄站至竹田站路塞潛勢指數較其他路段為高，但均在良好之 B 級範圍。

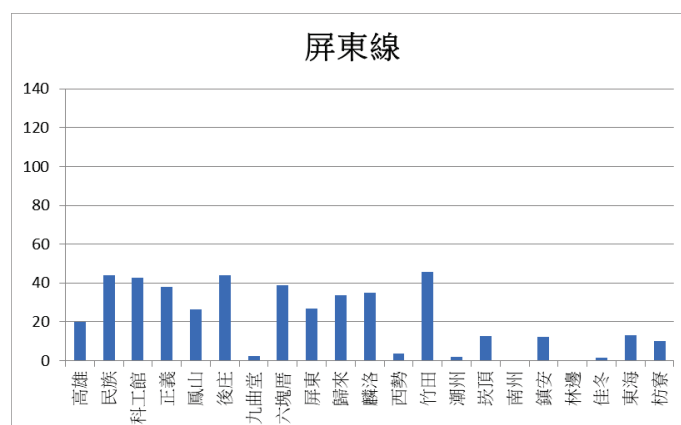


圖 4.12 臺鐵現況路塞潛勢指數：屏東線

臺鐵臺中線路段路塞潛勢指數如圖 4.13，由圖知臺中都會區範圍內有路塞潛勢指數偏高之現象，可能與該路段進行高架化時增加車站影響運轉有關。

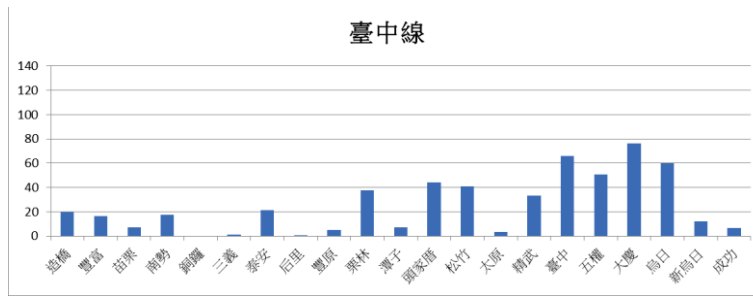


圖 4.13 臺鐵現況路塞潛勢指數：臺中線

臺鐵系統位在東部之宜蘭線、北迴線、臺東線及南迴線之路塞潛勢指數如圖 4.14 至圖 4.16 所示，數據顯示這些路線大部分車站之路塞潛勢指數均屬良好 A 級。

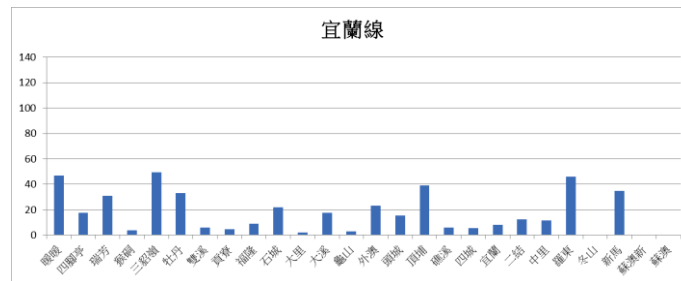


圖 4.14 臺鐵現況路塞潛勢指數：宜蘭線

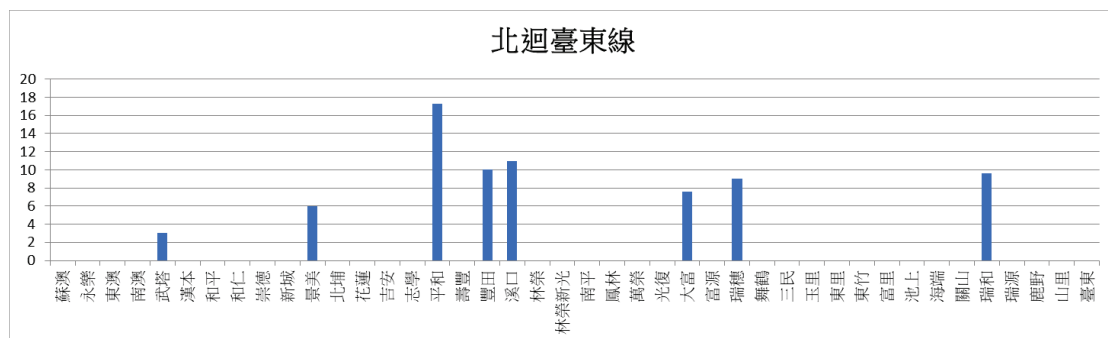


圖 4.15 臺鐵現況路塞潛勢指數：北迴線及臺東線

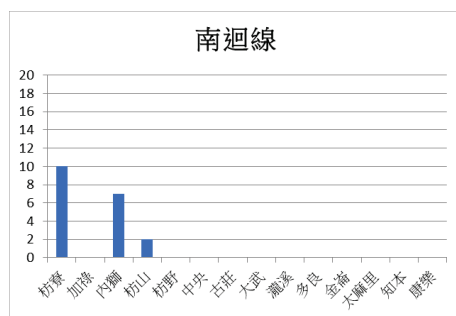


圖 4.16 臺鐵現況路塞潛勢指數：南迴線

以下各圖呈現部分車站在 1 日中路塞潛勢指數之變化。其中臺北站之數據整理圖示於圖 4.17，而松山站之數據則呈現於圖 4.18。臺北站與松山站相鄰，二者之班表相似。在此二圖中，上、下午尖峰均清晰可見。在離峰時段，松山站之曲線比臺北站之曲線多鋸齒，反映出臺北站之車次間距較為均勻而一致化。

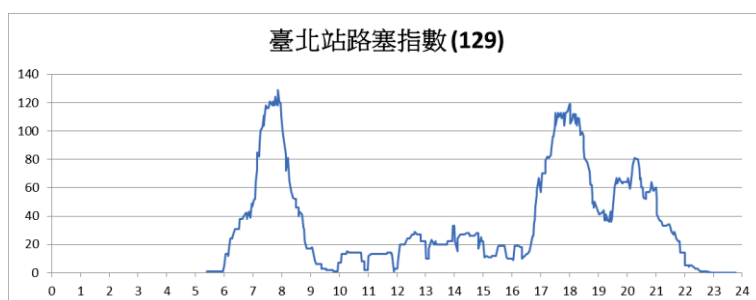


圖 4.17 臺北站路塞潛勢指數



圖 4.18 松山站路塞潛勢指數

以下圖 4.19 所示為臺南站之路塞潛勢指數在 1 日中之變化狀況，而其後之圖 4.20 則為臺南站北鄰之大橋站之路塞潛勢指數。此二圖顯示該二車站之擁擠狀況均為良好 B 級。

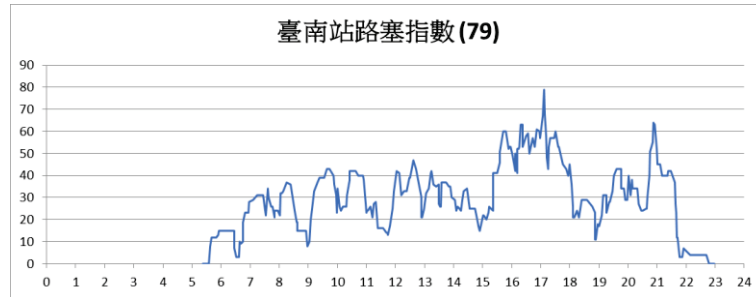


圖 4.19 臺南站路塞潛勢指數

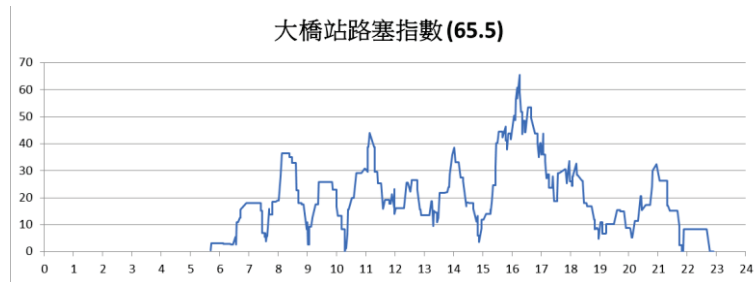


圖 4.20 大橋站路塞潛勢指數

4.3 路塞潛勢指數之應用

路塞潛勢指數設計目的係為描述鐵路路軌設施支持系統運轉需求能力之綜合指標。該指標可做為診斷工具，用以評估、比較鐵路建設方案或運轉方案。同時，由於該指標係各車站分別計算，因此可用以辨識鐵路系統中潛在瓶頸。使用適當排點工具軟體時，分析人員可利用排入額外車次之方式，評估鐵路系統在某一給定班表下剩餘的合理容量。此時即可利用路塞潛勢指數以控制容量之合理性。亦即，分析人員在排入額外車次時，除了要達到「車次可排入」之外，還要使排入之後系統之路塞潛勢指數維持在可接受之範圍，其容量方屬合理。

與路線利用率相比較，路塞潛勢指數較能考慮班表之影響。由本章前面各小節所呈現之各車站路塞潛勢指數觀之，可發現此指標可明顯呈現車站在 1 日當中運轉狀況之變化，而此為路線利用率所難以表現。

此數量化客觀指標可做為各單位共同討論鐵路相關方案時之共同討論基礎。例如，臺鐵車站改建時常因用地、環境或其他外部因素而限制了股道布設，有時甚至影響到未來運轉，而各單位常各有其立場、重視面向亦有異。此時主辦單位需考量各種可能方案，在克服外部限制與顧及長遠運轉間為適當取捨。在這種狀況下，路塞潛勢指數即可做為衡量各種方案下運轉狀況之指標，與經費、環境衝擊、用地面積等其他指標共同做為評估取捨之衡量項目。

第五章 軟體系統分析

5.1 軟體設計基本理念

本計畫所開發之模式以及方法論，均需要開發成為軟體方才具有實用能力。其間需要將 6 項模式進一步分解成個別引擎，再開發整合軟體平台以承載之。為此，本計畫以所開發之各項模式做為核心技術開發軟體工具「智慧鐵路平台」。本軟體定位在提供分屬不同單位之特定專業使用者進行鐵路運轉分析以及政策方案評估之用。

為了達到後續推廣使用之目的，本軟體以使用者之方便性、為使用者所樂意接受做為基本設計理念。一套軟體要能夠成功推廣，除了必需達成基本功能外，使用者介面(User interface, UI)與使用者體驗(User experience, UX)的品質亦具有關鍵性影響。其中「使用者介面」之重點在設計軟體之各頁面上的功能，同時亦顧及使用者在操作過程中的便利性與整體美感；而「使用者體驗」，則著重在軟體提供給使用者之整體使用感受。能夠提供給使用者良好體驗之軟體，應根據未來使用者的操作直覺，安排軟體各頁面的內容劃分，並妥為設計操作方法，以降低使用者接受之門檻，並儘量避免使用者在使用過程中之挫折感。

在上述軟體定位設定下，本軟體需要具有複雜之模式演算、大量資料處理及橋接、資料維護、使用者操作界面以及產出報表之功能。具體而言，本軟體需要具備以下能力。

1. 可處理大量複雜數據

鐵路為複雜之系統，因此描述鐵路系統之數據亦必然複雜。而軟體分析能力奠基於數據以及演算法。若將數據予以過度簡化，必將限縮軟體分析能力。本系統涵蓋供給與需求面，使用數據更為複雜。而數據多樣化，亦為本系統特性之一。

2. 可集中管理數據

本系統定位在提供分屬不同單位人員使用。因此基於以下 3 種考量，本系統之數據必須集中管理。第 1，系統所需要之數據量大而複雜，若由各使用者各自建立數據，將成為使用者之重大障礙，對本軟體之推廣形成不可超越之阻力。第 2，不同單位人員雖各有其職掌以及使用本軟體之不同目的，但若各使用者各自建立數據，則難免其中存在或大或小之不一致性。這些數據之不一致可能影響分析結果，使得不同單位所得到分析結果無法整合、比較、甚至無法在一致之基礎上相互討論。第 3，同一使用者、甚至分屬不同單位之不同使用者，需要對同一工程案之不同方案進行分析之後相互比較時，軟體必須具備整合管理之能力。否則由使用者自行整合將形成沉重之工作負荷，且大幅提高發生人為錯誤之機率，不利軟體之推廣應用。

3. 可進行複雜分析運算

本系統結合供給與需求，所需要之分析運算不可避免相當複雜。大部分之複雜運算均已於前期模式釐清並各自發展成為適當之模式。這些模式經實作成為引擎之後，本系統必須具有能力統合管理駕馭之。

4. 可多人同時使用

本系統需要提供分屬不同單位人員使用，因此必須需要允許多人同時使用。使用者定位在特定專業使用者而非公開予任何一般人士使用，因此本系統亦不預期有大量使用者同時使用，但並不排除少數使用者同時使用之。在上述集中管理數據之前提下，如何允許不同使用者在完全不需要相互協調之狀況下同時使用數據，為本系統需要克服之課題。

5. 可多人共享數據

為了方便分屬不同單位之使用者，利用本軟體進行同一方案之分析與評估，本軟體需要能夠讓多數使用者在不必大量額外協

調工作之狀況下即可精準分享數據。在這種功能的支持下，多數使用者可在相同的基礎上各自由不同之立場與角度對同一方案進行分析及評估。這將有助提高使用者之工作效率及品質。

6. 使用者安裝容易

為了達到提供分屬不同單位人員使用之目的，本系統在具有複雜功能之同時，又能方便使用者安裝。否則安裝困難將成為未來推廣應用之重大障礙。

7. 易維護與擴充

軟體之擴充能力，為軟體之推廣所必須之後盾。一個使用者願意接受之軟體，在推廣之過程中必然遇到功能調整、擴充之需求。因此本軟體需要有易於擴充、維護之架構，才能快速、低成本、低風險擴充，而且儘量降低功能擴充對現行使用者之衝擊。

在上述功能需求及使用者設定下，本計畫採分散架構，將軟體分為前端與後端。其中主數據資料庫及絕大部分之複雜運算功能均劃屬後端，而將供使用者直接操作之界面功能置於前端軟體。二者可安裝於不同之電腦，其間則以網際網路連接之。系統運轉時，則以單一之後端軟體，同時支援多數之前端軟體，達到多人同時使用之功能。這種架構具有以下優點：

1. 使用者安裝容易

由於使用者之前端軟體僅有界面功能而無複雜運算功能，亦不接觸大量資料，因此對於系統需求單純，可免去複雜的安裝程序。

2. 使用者操作容易

在後端軟體支持下，前端軟體可方便取得大量、具有相當複雜性數據資料。在本架構下，複雜數據均由後端軟體收納及管理，

並於需要時自資料庫取出而支援前端之需求。如此可得到數據集中管理之諸多優點，亦可完全避免每一位使用者各自建立其數據之障礙及缺點。

3. 伺服器專責化

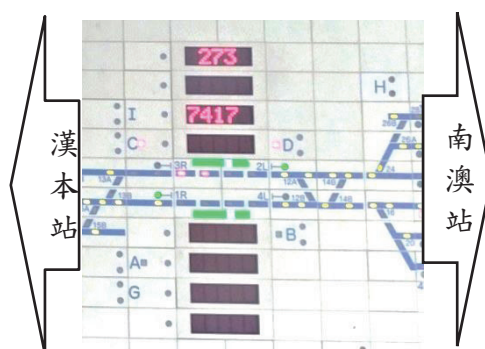
在此架構下，絕大部分複雜之運算均在伺服器執行，絕大部分之複雜數據亦收納於後端之資料庫。因此使用者所使用之電腦負荷甚低，不必具有高效能。而後端則可視需要之狀況，可將運算伺服器及資料庫合併安裝於 1 台實體伺服器，亦可將二者分別安裝於不同伺服器，甚至將運算功能分散到多數電腦上。而不論各伺服器之架構如何，均不影響前端使用者之操作功能。

5.2 軟體應用功能設計

本節說明欲達成前節所述軟體設計理念，所需要開發之功能。至於實現這些功能的軟體架構，則於後續各節再詳予說明其設計方式。如前節所述，本軟體定位係做為鐵路運轉分析以及政策方案評估工具，並需能夠提供分屬不同單位之特定專業使用者應用。所謂運轉分析係指對於所欲進行分析之鐵路系統，分析其在某情境下運轉狀況。例如，對於臺鐵系統，分析其在假日加開車次狀況下路塞潛勢指數之變化，或某支線列車對本線運轉之影響等，即屬此類分析。至於政策方案之評估，則為利用本軟體，依據政策方案建立各種情境，再對各種情境進行運轉分析。例如，對於臺鐵系統，考慮建設某支線，或加設車站，並在某種規劃下之運轉模式下，分析路塞潛勢指數之變化，即屬此類之分析。

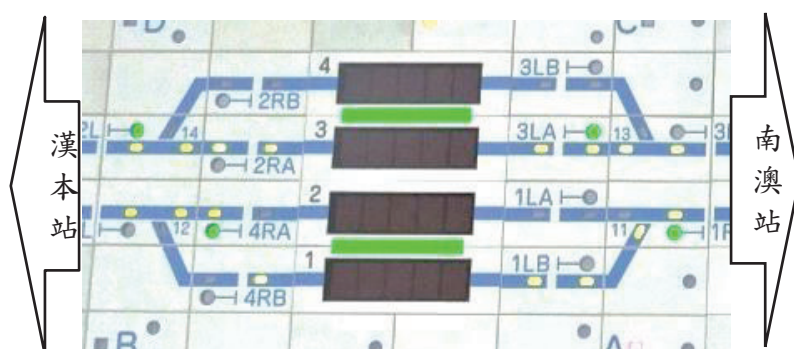
運轉分析及方案評估均為複雜而多樣性之工作，不同之使用者，應用於不同之狀況，會有不同之功能需求。例如，若所欲評估之方案對鐵路系統所帶來變化較為局部性，則進行方案評估時可使用現行真實班表，如臺鐵武塔站改善工程即屬此類，若欲對於武塔站改善前(圖

5.1)與改善後(圖 5.2)之方案進行運轉評估，再比較其結果，則評估時可運用臺鐵真實班表，以使評估結果貼近真實現況。在另一方面，倘若欲評估重要新支線(例如北宜直鐵)或大量換購車輛對整體運轉之影響，則需先利用軟體得到所評估方案可支持之服務計畫，再據以評估其運轉影響。



資料來源：臺鐵行控中心顯示面板

圖 5.1 臺鐵武塔站改善前股道布設



資料來源：臺鐵行控中心顯示面板

圖 5.2 臺鐵武塔站改善後股道布設

基於以上論述可發現，本軟體欲發揮其最大效能，必須能夠提供使用者易於控制及組合的運用功能。本軟體之核心技術立基於 6 項模式，然而每一模式均有其複雜性、各有不同之輸入與輸出資料，且某 1 項模式輸出資料，可能是另一個模式之輸入資料。若使用者必須直接操控各組模式所對應之引擎，勢必形成很高之應用門檻，不利使用者接受而影響軟體推廣應用。

為了提高使用者之接受程度，本軟體以系統與架構化方式將 6 項模式重新組合，成為 5 項能夠自由組合之「運用功能」，以供使用者依其需求而自由組合使用。此 5 項運用功能分別明如下。

1. 應用功能 A：解衝突

本項應用針對所擬分析之鐵路系統、1 組給定初始班表以及所設定之參數，使用解衝突引擎以排除班表中衝突並進行股道分配，其後產出 1 組新班表。

2. 應用功能 B：班表分析

本項應用功能之目的，在對所擬分析之鐵路系統以及 1 組班表，分析其路塞潛勢指數以及評估可能的準點狀況。

3. 應用功能 C：情境分析

本項應用功能之目的在對所擬分析之鐵路系統、1 組起迄需求以及乘客參數，使用供給模式引擎求解 1 組服務計畫。

4. 應用功能 D：需求模式

本項應用功能之目的在推估所擬分析之鐵路系統之未來起迄需求。此應用功能需要之輸入資料為 1 組由售票紀錄所整理得到之基礎需求、由各種運量預測所推導而得之成長率資料、屏柵線資料及交通分區預估運輸需求。經需求模式引擎運算後，則產出所推估之起迄需求。

5. 應用功能 E：乘客參數校估

本項應用功能之目的在得到 1 組乘客選擇行為之參數。軟體針對所選定之鐵路系統，以 1 組使用者提供之參數為初始值，並使用 1 組班表、起迄需求及列車之載客人數資料作為輸入資料。軟體則使用乘客參數校估模式引擎進行推估，完成後產出新參數。

在資料數據方面，則可分為 6 個「資料種類」。

1. 資料種類 A：鐵路系統類

軟體研發雖以臺鐵鐵路系統為主，但本軟體必須有能力支援多版本之需求。另欲在規劃設計階段即先分析比較臺鐵工程計畫之各不同方案，則需要對所擬分析之多數方案，各建立不同之鐵路系統版本，才能達到分別評估分析、綜合比較之目的。同時，多版本同時管理之功能，亦大幅擴充本軟體之應用領域。除了可應用於臺鐵系統外，桃園捷運系統、高速鐵路系統或其他鐵路系統，均可在相同的架構下直接納入本軟體中進行分析。此類為所有資料種類之最底層基礎；以下所說明之其他資料種類，全數均直接或間接依附於本類資料上。為減少贅文，以下對各種資料之說明，將不再逐一說明其與鐵路系統之關聯。

2. 資料種類 B：班表類

由臺鐵取得之真實班表、前述應用功能 A(解衝突)所產出之班表、甚至使用者自行手動編輯之班表均屬本類。

3. 資料種類 C：班表延伸類

此類資料指依附於班表之資料，例如上述應用功能 B(班表分析)所產出之晚點量評估資料即屬此類。軟體所評估之晚點量主要為每一車次在每一行經站，到站與離站時之晚點量。此數據對應於分析時所給定之班表，為班表延伸資訊。此外，應用功能 E(乘客參數校估)所使用列車載客人數資料亦屬此類。

4. 資料種類 D：起迄類

起迄類之資料描述起站、迄站與人數，三者間之對應關係。應用功能 D(需求模式)所輸入之基礎需求、成長率資料、屏柵線

資料及交通分區預估運輸需求等均屬之，而所產出推估起迄需求亦屬此類。

5. 資料種類 E：統計指數類

此類資料指經過分析後產出之數據，如路塞潛勢指數即屬之。

6. 資料種類 F：參數類

本類資料以乘客選擇參數為主。而本軟體平台之各引擎所需要之參數，亦屬本類。

以上歸納 5 種應用功能，以及 6 種資料種類之間的輸入與輸出關係，可以綜合整理成為表 5-1。

表 5-1 軟體應用功能與資料關係表

		應用功能				
		解衝突	班表分析	情境分析	需求模式	乘客參數校估
資料 種類	鐵路系統	I	I	I	I	I
	班表	I/O	I	I/O	I	I
	班表延伸		O	O		I/O
	起迄			I/O	I/O	I
	統計指數		O			
	參數	I		I		I

註：I=輸入，O=輸出

5.3 整體模組架構

本軟體平台之架構設計除了考慮各模組之個別運轉與相互間之搭配外，尚需考慮平台中數據流動之順暢性。

本系統之整體架構可用圖 5.3 說明之。如該圖所示，本系統由軌道模型建置及維護模組、基本資料維護模組、求解及中控模組、與資料庫管理系統所構成。各模組說明如下。

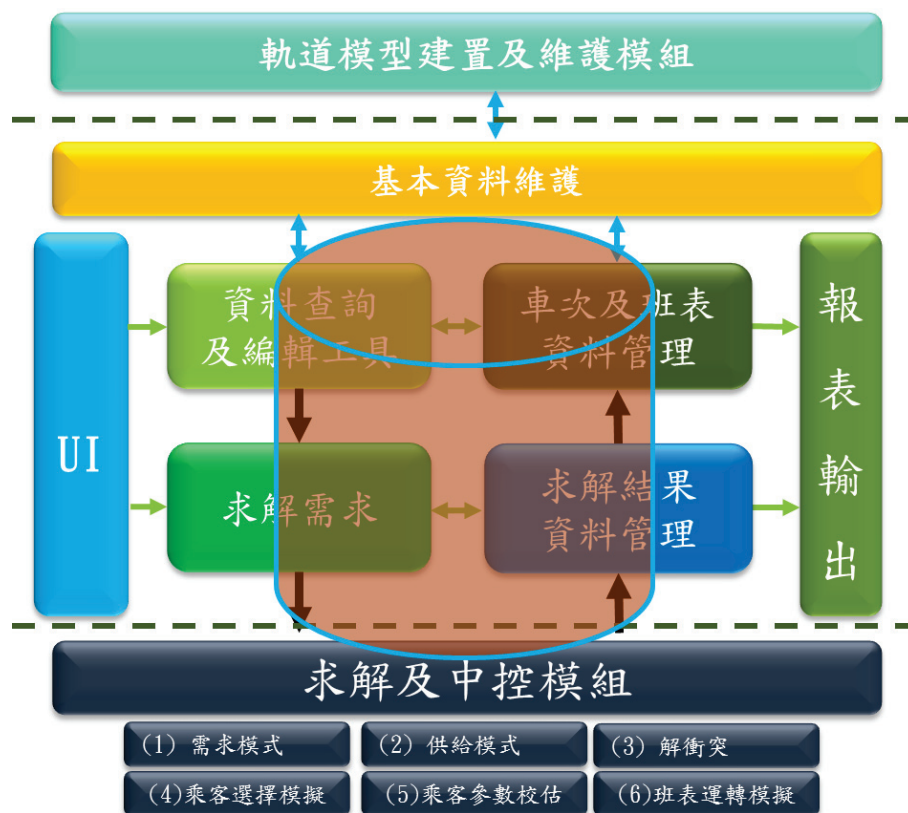


圖 5.3 系統架構圖

1. 軌道模型建置及維護模組

本系統之主要應用領域在鐵路系統，因此數位化之軌道模型為所有功能之共同基礎。爰此，本模組之作用即在提供使用者建立、管理、維護軌道模型之能力。

2. 基本資料維護模組

本系統具有多種不同型態之資料。有些來自外部來源，而有些則由本系統內部所產生。例如班表即有可能來自臺鐵每日所提供之班表，亦有可能是由供給模式所產生。如表 5-1 所示，各應用功能與各種資料之間有著複雜的關係。本模組功能即在維持所

有資料之正確性，以使各模式引擎在執行時能夠正確得到資料數據之供應，並支援使用者之各種查詢。

3. 求解及中控模組

此模組為整個系統之運算中心，所有的模式均在此模組中執行。除了執行使用者所需要之模式運算外，本模組尚需要協調來自相同或不同使用者之多數運算需求，管理伺服器之負載，並將運算結果正確送回系統中。

4. 資料庫管理系統

資料庫為抽象之資料集合，由資料庫管理系統(Database management system, DBMS)所掌理。資料庫管理系統為一套功能強大的軟體，本系統採用微軟公司所生產之 SQL server。同一資料庫管理系統中，可架設多個相互獨立之資料庫，如圖 5.4 所示意。絕大多數之資料庫管理系統除了具有收納、管理大量數據之功能外，並同時具有強大的運算功能及程式功能，可供軟體開發者開發程式置於資料庫內。當程式置於資料庫內部時，可快速取得大量數據，有效提高軟體之整體效能。此外並可利用資料庫管理系統本身內建之多位使用者、多工功能達到數據之協調及統合，以支持多位不同使用者同時上線使用軟體。

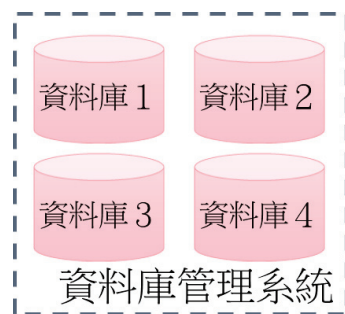


圖 5.4 資料庫管理系統示意圖

5.4 引擎管理模組

客運鐵路系統之運輸需求、運輸能力供給以及乘客選擇行為構成運輸能力由需求、生產、到消費之系統，能夠用 6 項不同的數學模式之組合，有系統而抽象化描述之。本計畫將每一個數學模式實作成為引擎，納入軟體中。引擎多而複雜，同時又考慮需要具有多人同時使用之能力。為了達到系統之高效率運轉、未來維護之難度以及開發效率，本軟體設計了引擎管理模組，專司多引擎、多伺服器、多使用者之管理。系統穩定與易於維護，為引擎管理模組最重要之目標。此模組同時協調多數其他軟體，而各軟體均有可能安裝於不同之電腦硬體上，透過網路協同工作。在運轉過程中，網路有可能不穩定、各硬體均有可能隨時因故失效、引擎有可能因故不正常結束運轉。即使系統一切正常，引擎亦有可能因故求解失敗(例如使用者提供之參數設定使得模式無法得到可行解)。引擎管理模組必須有能力不受外部影響，只要自己所在之電腦系統正常運轉，即可在任何不正常狀況下均維持自身之正常運轉。

引擎管理模組由 1 個派遣器程式、若干個相互獨立運轉之看門狗程式、數據存取模組及引擎軟體所組成，並且具有其專用資料庫，如圖 5.5 所示。其中派遣器程式負責指派分配求解工作予看門狗程式、看門狗程式負責啟動及監看引擎，而引擎軟體則負責實際之求解工作。而數據存取模組則負責在求解前由主數據資料庫取得引擎求解所需要之數據，置入引擎管理資料庫，並在求解後反向送回求解結果。

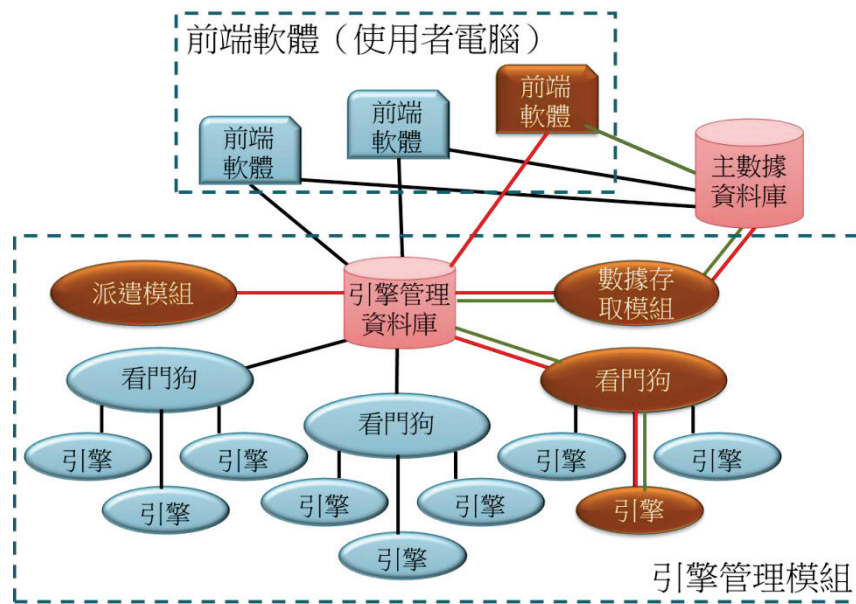


圖 5.5 引擎管理模組架構圖

有任何需要使用引擎求解之需求時(例如使用者觸發某指令要求執行解衝突運算)，提出運算需求之軟體需要先使用數據存取模組將引擎所需要之輸入數據載入引擎管理資料庫中，之後再於資料庫中建立求解專案，並在其特定資料表中填入求解需求。派遣器程式則隨時監看引擎管理資料庫，發現其中出現新專案之求解需求時，即視當時之系統負載狀況，以將指令填入引擎管理資料庫特定資料表之方式，將專案指派予適當之看門狗程式。看門狗程式回報求解進度、任務結束、或其他訊息時，派遣器程式則在引擎管理資料庫中更新該專案之狀態。需求者可自行檢視引擎管理資料庫，發現其求解專案完成時，即觸發數據存取模組以下載引擎求解之結果。

在此同時，各看門狗程式則各自隨時獨立監看引擎管理資料庫之特定資料表。若發現派遣模組程式將某專案指派給自己所轄之引擎，即由引擎管理資料庫中下載該引擎所需要之輸入數據，再啟動所指定之引擎求解之。由於看門狗程式負責啟動及監看引擎軟體，於必要時亦負責中斷引擎之求解，因此必須與引擎安裝於同一電腦中。但本系

統允許同時存在多數看門狗程式，各自安裝於不同電腦、各自管理不同引擎群，而由派遣模組透過網路統一調度之。

看門狗程式於監看引擎求解之過程中，若發現引擎不正常結束則在引擎管理資料庫中以填入該專案狀態紀錄之方式回報並結束；若引擎正常結束則將求解結果上載到引擎管理資料庫中，再回報專案狀態紀錄並結束。若求解完成之前，前端軟體透過引擎管理資料庫傳遞提前中止專案求解之需求，亦由看門狗程式負責執行中止程序，並回報狀況填入引擎管理資料庫中。

茲舉一簡例說明上述複雜、分散於各不同模組之過程。在系統正常運轉之狀況下，派遣模組(僅有 1 組)以及看門狗模組(有一或多組)均各自獨立運轉，定期(例如每 1 或 2 秒一次)掃描引擎管理資料庫，監看與自己相關之部分。若某使用者操作其前端軟體，欲執行解衝突模式引擎，此時系統作業方式如下。

1. 求解前：數據存取模組

前端軟體啟動解衝突模式引擎所屬之數據存取模組程式，並提供待解衝突之班表代碼、路軌系統代碼等索引資訊。數據存取模組程式則先向引擎管理資料庫進行新專案登錄，以取得本次求解專案之唯一編碼(假設為「A01」以方便本簡例後續說明)。之後由主數據資料庫，依前述索引資訊取得本次求解所需之輸入數據，再於併入上述唯一編碼 A01 做為索引後，傳入引擎管理資料庫。完成後即在引擎管理資料庫中，於派遣模組掃描監看之區域填入「A01 待解衝突模式引擎求解」之訊息。之後並在引擎管理資料庫中，A01 專案之相關資訊項下填入「專案 A01 已新增」之狀態訊息。

2. 求解前：派遣模組

派遣模組獨立運轉，定期掃描監看引擎管理資料庫。當此模組發現其中出現「A01 待解衝突模式引擎求解」之訊息時，即依

各看門狗模組所擁有之引擎、目前負荷狀態等，依規則指派其中之一負責本計畫。方法也是在該看門狗所掃瞄監看之區域填入「A01 待解衝突模式引擎求解」之訊息。之後並在引擎管理資料庫中，A01 專案之相關資訊項下填入「專案 A01 已指派」之狀態訊息。

3. 求解前：看門狗模組

看門狗模組亦為獨立運轉之軟體，定期掃瞄監看引擎管理資料庫中與自己相關之部分。當某一看門狗模組發現引擎管理資料庫中出現「A01 待解衝突模式引擎求解」之訊息時，即依專案之唯一編碼 A01 為索引，由引擎管理資料庫中取出先前數據存取模組所傳入之求解所需數據，製作成為檔案置於解衝突模式引擎之存取區，之後啟動解衝突模式引擎。之後並在引擎管理資料庫中，A01 專案之相關資訊項下填入「專案 A01 求解中」之狀態訊息。

4. 求解後：看門狗模組

在等待引擎求解之過程中，看門狗模式隨時監看引擎程式之狀態，並隨時更新其狀態訊息。若發現引擎完成求解、或求解失敗、或使用者要求取消專案等，看門狗模組即執行求解結束之相關作業。若求解成功，則看門狗模組將引擎所產出之無衝突班表，併入本計畫之唯一編碼 A01 做為索引後，傳入引擎管理資料庫中，之後清除引擎求解過程中所留下之任何暫時性檔案。之後並在引擎管理資料庫中，A01 專案之相關資訊項下填入「專案 A01 求解成功」之狀態訊息。若求解失敗、使用者取消、或其他狀況，亦填入相對應之狀態訊息。

5. 求解後：數據存取模組

數據存取模組在引擎管理資料庫中發現 A01 專案求解結束時，若訊息顯示求解成功，即以 A01 專案索引值，由引擎管理資料庫中取得看門狗模組所傳入之求解結果，傳入主數據資料庫

中，自引擎管理資料庫中刪除數據，並在引擎管理資料庫中，A01 專案之相關資訊項下填入「專案 A01 結果已取回」之狀態訊息。之後前端軟體即可依其需要，自由取用解衝突模組所產出之無衝突班表。

6. 求解後：派遣模組

派遣模組在引擎管理資料庫中發現 A01 專案求解結束，即進行歷史紀錄存檔。

引擎管理模組此種設計使得各前端軟體、派遣模組及各看門狗程式之間均無直接之互動；這些軟體模組均各自與管理資料庫交換資料。利用資料庫管理系統內建之多工功能，可以節省大量開發工作，並得到穩定之系統。而這種彼此高度獨立之軟體架構亦可大幅簡化開發過程。

各模組之間的高度獨立性，使得軟體安裝方式具有高度彈性。未來可將所有模組安裝於同一台電腦上成為單機系統，亦可將各前端軟體安裝於不同單位之電腦上，再將派遣模組及各看門狗程式各安裝於不同電腦上。各看門狗程式與其所管轄之引擎軟體則必須安裝於同一電腦，而管理人員可視硬體資源之充裕程度，安排 1 或多台電腦做為求解伺服器，各安裝 1 組看門狗程式，並依需要將不同引擎分配給不同求解伺服器。亦可將同一引擎安裝在多台求解伺服器上，由派遣模組負責負載平衡。主數據資料庫可以引擎管理資料庫合併架設於同一資料庫管理系統中如圖 5.5 所示意，亦可分別安裝於不同電腦中。更重要的是上述彈性均不影響前端使用者。不論後端如何部署其各模組，對使用者均無影響。而在上線運轉之後，即使調整後端之部署方式，前端使用者亦無感覺。此性質對未來軟體之推廣將具有很高之重要性。

此架構本身具有其複雜性，但可簡化未來維護工作。倘若未來引擎有所調整、增加新引擎、或應用需求有所變化，均不影響看門狗程式以及派遣模組。於硬體電腦設備之應用方面，上述應用需求、派遣模組、看門狗程式均透過網路與引擎管理資料庫交換數據。因此各應用需求可來自不同電腦、不同使用者，而各使用者亦僅需要自己之電腦上安裝操作界面、資料檢視查相關軟體等，不需要安裝全套系統。

5.5 模式引擎

前章已詳細說明各抽象模式，而本節則逐一說明將這些模式實作成為引擎時，各引擎軟體之模組及流程。配合圖 5.3 所示之系統架構，所有引擎軟體之設計均使其能夠由看門狗程式啟動、自行運轉、最後產出看門狗程式所能自動處理之求解結果後自行結束，過程中完全不需要人工介入。

1. 需求模式引擎

需求模式之目的在使用數學方法，結合高可靠度、高解析度之歷史售票紀錄，與低可靠度、低解析度之未來運輸需求預測，以期得到可供其他模式使用之高解析度分時起迄數據。需求模式引擎之流程如圖 5.6 所示。該流程圖以實線箭頭顯示執行流程、以虛線箭頭顯示數據流動。引擎自外部取得數據安排於圖形左側，這些數據先由前述數據存取模組負責由主數據資料庫取得後，置入引擎管理資料庫中。之後再由看門狗程式自引擎管理資料庫中取出，製作成為引擎軟體所需要之資料檔，最後由引擎讀取之。需求模式所需要主要數據為售票紀錄以及成長預估數據。引擎運算後產出之數據則安排於流程圖右側；這些資料循相反方向，先由看門狗程式置入引擎管理資料庫中，再由數據存取模組移至主數據資料庫，供前端軟體取用。本模式所產出之數據則為所推估之起迄需求。

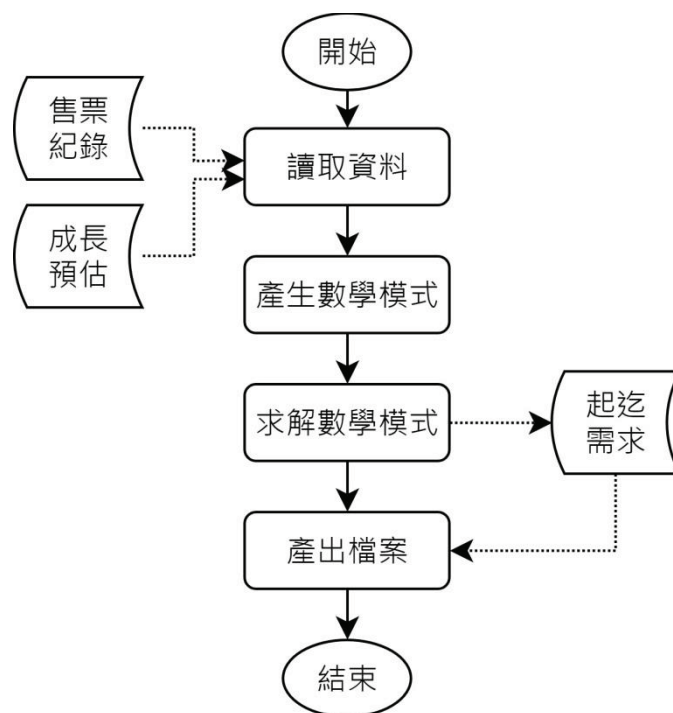


圖 5.6 需求模式引擎流程圖

2. 供給模式引擎

供給模式引擎之作用在產出服務計畫，其流程如圖 5.7 所示。引擎需要由外部取得數據為起迄需求、路軌資料、人車資源參數、非對號列車之服務策略以及用以供程式自動產生候選車次之樣板資料。引擎軟體於載入上述數據之後，即自動產生非對號車次以及候選車次，再於圖 5.7 中之「求解服務計畫」步驟，以圖 3.3 所示之方法解得服務計畫，並於輸出後結束。

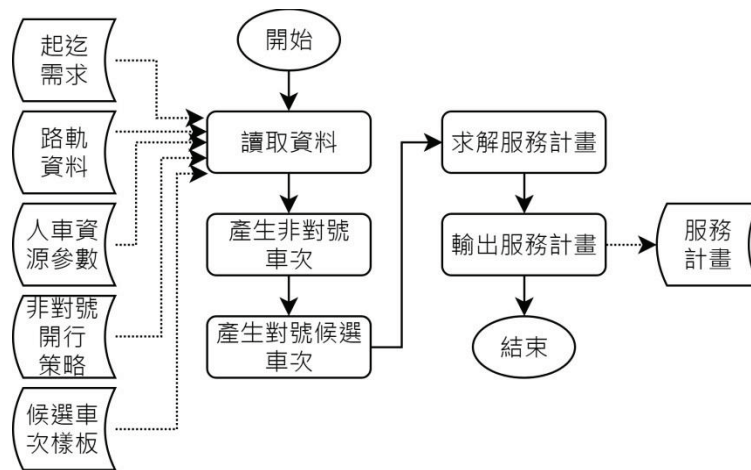


圖 5.7 供給模式引擎流程圖

3. 乘客選擇行為引擎

乘客選擇行為引擎之任務在模擬起迄需求所呈現之乘客，由班表中選取搭乘列車之過程，其流程設計示於圖 5.8。引擎之流程設計係依循個體選擇行為之基本概念，逐一依據各別乘客之選擇參數計算其偏好，再依偏好由班表中選擇車次。引擎所需要由外部取得之數據為班表與起迄需求，而輸出則為各車次之載客狀況。

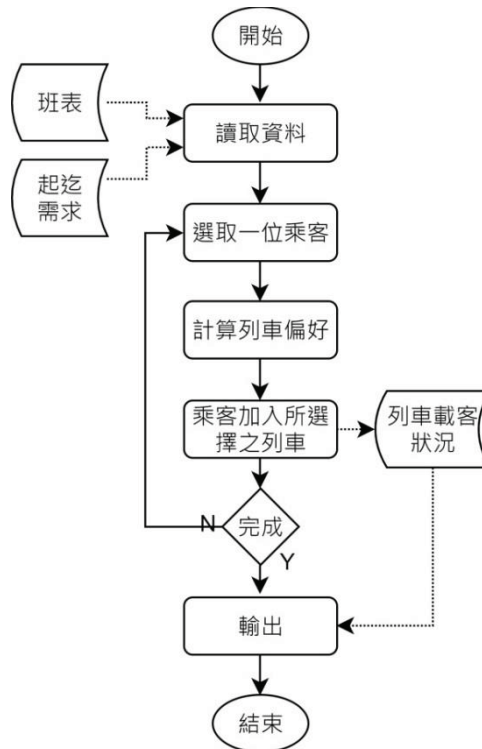


圖 5.8 乘客選擇行為引擎流程圖

4. 乘客選擇參數校估模式引擎

乘客選擇參數校估模式引擎之目的在由已知資料，推估乘客選擇行為模式引擎所需要之乘客選擇參數，其流程如圖 5.9 所示。乘客選擇參數校估模式設計之詳細說明可參見前期計畫成果。此引擎於啟動後先讀取班表、起迄需求數據以及目標乘載率。使用時可選取適當日期，以當天之售票紀錄統計起迄需求，再搭配當天之真實班表，據以統計當天各車次之載客人數供引擎做為目標載客人數。

引擎讀取輸入數據後即設定 1 組乘客選擇參數初始值，再進入回合演算之階段。每一回合均隨機小幅度調整現行乘客選擇參數值，再進行乘客選擇模擬，據以觀察模擬所得之各車次載客人數與目標載客人數之差異，做為評估該組乘客選擇參數之標準。在演算過程中，演算法依循門檻接受法之原則決定是否接受本次隨機調整參數之結果，並在適當時機降低門檻值。門檻值由 0.2 開

始逐步降低，至小於 0.00001 時即進入最後階段，在以不接受劣化之條件下再求解至無法再改善之後終止。

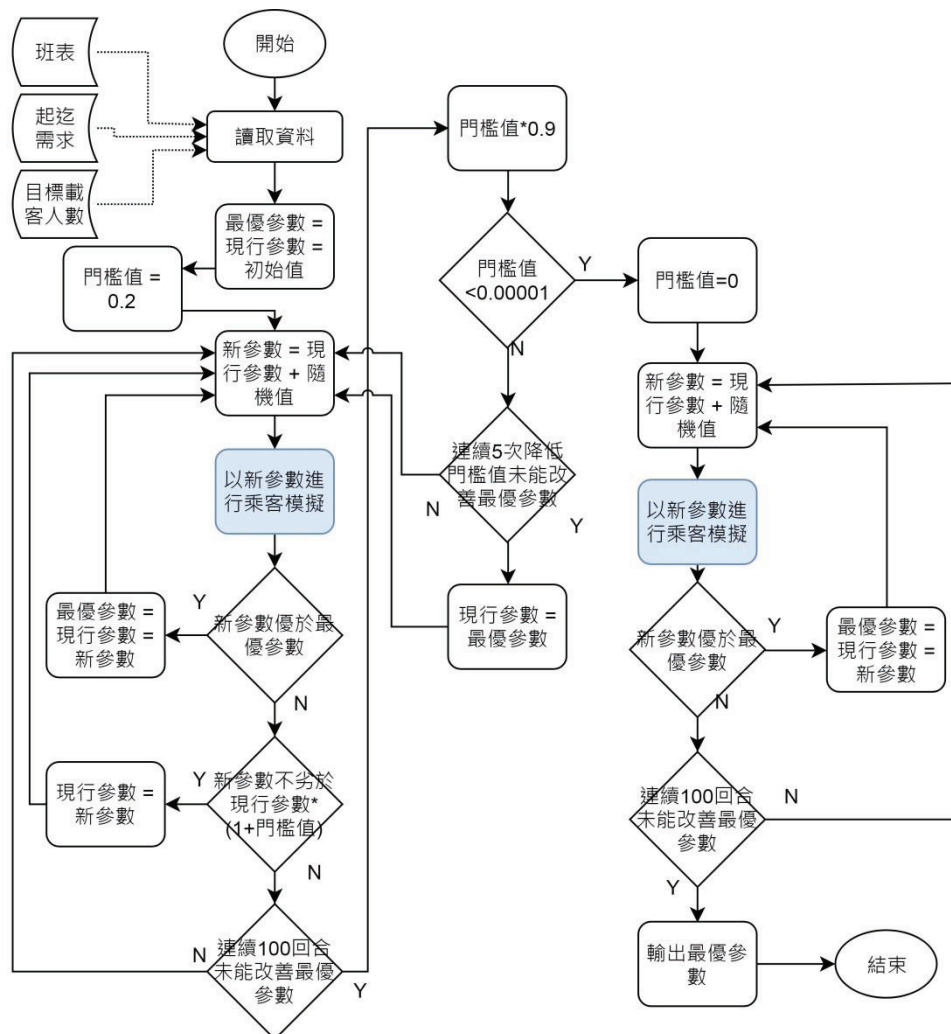


圖 5.9 乘客選擇參數校估引擎流程圖

5. 解衝突模式引擎

解衝突模式引擎之功能為調整 1 組提供之班表，以排除其中之衝突，其引擎求解流程示於圖 5.10。調整班表之手段包括了調整列車之行點，以及取消車次。如前章所論述，鐵路在單位時間內可通行之列次數並非由路軌、號誌等設施所單方決定，而是由設施及運轉型態共同決定。真實系統之運轉型態複雜，而此引擎

則可用以評估所給定之路軌系統，在所提供之班表所描述之運轉型態下所能達到之容量。

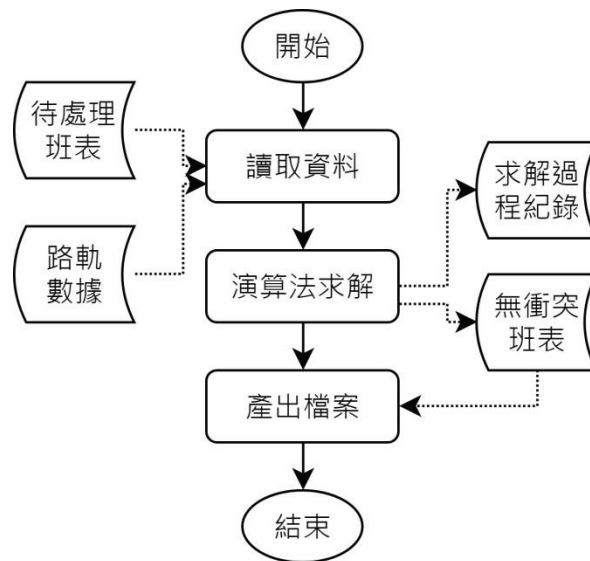


圖 5.10 解衝突模式引擎流程圖

6. 系統運轉模擬模式引擎

系統運轉模擬模式引擎之主要功能在評估 1 組給定班表，於給定之鐵路系統上運轉時之狀況。本引擎之基本構想示如圖 5.11，將於本計畫後續階段詳細設計並實作之。

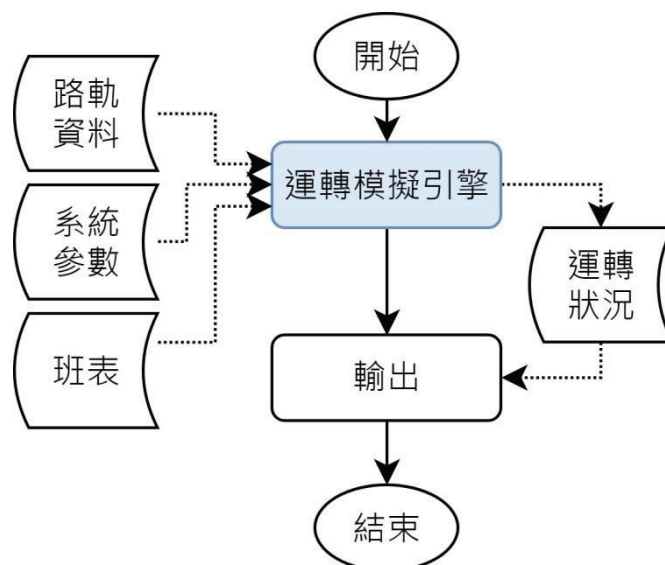


圖 5.11 系統運轉模擬模式引擎流程圖

第六章 軟體操作功能設計

6.1 基本設計原則

如前章所闡述，本軟體定位在提供分屬不同單位之特定專業使用者進行鐵路運轉分析以及政策方案評估之用。因此軟體除了需要具備基本之運算及分析能力外，也需顧及使用者之操作便利性、流暢性以及上手之門檻，以利未來之推廣與擴充。

軟體之操作功能影響使用者接受程度甚鉅，而使用者之接受程度又直接影響軟體推廣。本軟體操作功能之各項基本設計原則說明如下。

1. 操作容易

任何車站股道布設型式、分歧站、折返站、支線、環線等，均可適用，並均以相同之方式操作。

2. 易上手

進入門檻低，不需熟悉號誌及列車運轉就能使用。

3. 彈性大

淺度運用之使用者可投入 10% 的力氣以達到 90% 的目的，而深度運用之使用者亦可在投入更多力量之後得到精準之分析成果。

為達成前述設計原則，提高使用者接受程度，本計畫以系統化與架構化方式將 6 項模式重新組合，建構智慧鐵路平台，其主要功能之頁面設計分述如后。

6.2 智慧鐵路平台主頁面

智慧鐵路平台啟動之後將出現登入頁面如圖 6.1 所示。此頁面預留輸入帳號密碼之位置，但實際之登入控管機制將待未來實際推廣之後再配合使用單位之實際需求而實作控管模組。進入平台後之主畫面如圖 6.2 所示。本平台所有分析功能之操作均在單一畫面中完成，以達到對使用者簡化操作、降低門檻之目標。在此畫面中使用者可進行專案之新建、刪除、編輯等管理工作，亦可在專案中依其分析需要，使用第 5.2 節所說明之各種應用功能。而軟體之類似的功能，大部分均可以相同的操作動作完成。



圖 6.1 智慧鐵路平台登入頁面



圖 6.2 智慧鐵路平台主畫面

6.3 鐵路系統編輯功能

在智慧鐵路平台主畫面按下「車站編輯」按鈕可啟動鐵路系統編輯功能。使用者可在此畫面中，以類似「排火柴棒」之直觀方式編輯任何股道配置形式車站之股道、橫渡線及月台，如圖 6.3 所示。完成股道編輯之後，只要按下「智慧解析」鈕，系統即在 1 至 2 秒之內完成股道之解析，自動辨認其中之進路、路徑、平面交叉衝突點等。軟體並提供使用者進一步手動調整之機制。完成之後使用者可按鈕上傳資料庫，由本平台自動接手進行數位化，成為圖 6.4 所示例之數據。

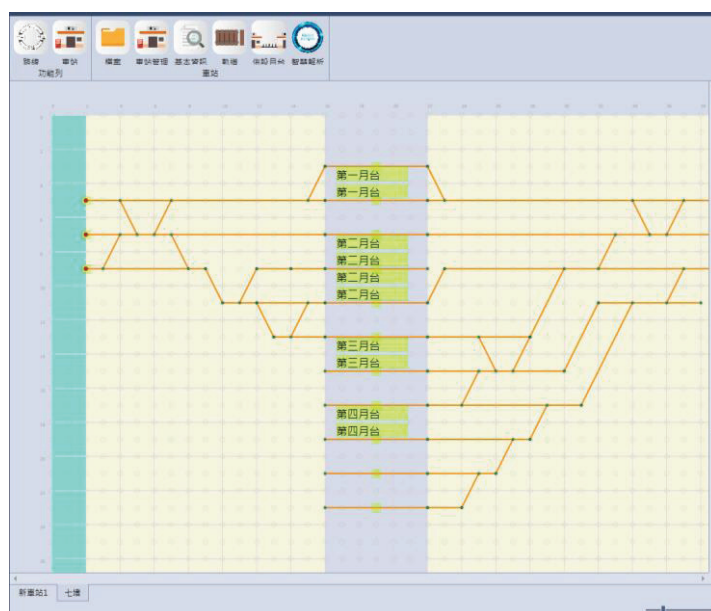


圖 6.3 車站編輯功能頁面

```
<CntMu Id="B" Code = "LUCN_L_SA1B" Link="SA1"/>
<CntMu Id="E" Code = "LUCN_R_SA1E" Link="SA1"/>
<CntMu Id="F" Code = "LUCN_R_SA1F" Link="SA1"/>
<CntMu Id="C_0" Code = "PLATF_SA1C_0" Link="SA1"/>
<CntMu Id="C_1" Code = "PLATF_SA1C_1" Link="SA1"/>
<CntMu Id="C_99" Code = "PLATF_SA1C_99" Link="SA1"/>
<CntMu Id="D_0" Code = "PLATF_SA1D_0" Link="SA1"/>
<CntMu Id="D_99" Code = "PLATF_SA1D_99" Link="SA1"/>
</CntMuSet>
<MuSet>
  <MuGroup Id="1" Code="SA11" Dockable="FALSE">
    <Mu Id="Mu 1 R1_A_C_0" Code="SA11_R1_A_C_0" Tracks = "1" CntA="LUCN_L_SA1A" CntB="PLATF_SA1C_0"/>
  </MuGroup>
  <MuGroup Id="2" Code="SA12" Dockable="FALSE">
    <Mu Id="Mu 2 R2_A_D_0" Code="SA13_R2_A_D_0" Tracks = "2;3;7" CntA="LUCN_L_SA1A" CntB="PLATF_SA1D_0"/>
    <Mu Id="Mu 3 R3_B_D_0" Code="SA14_R3_B_D_0" Tracks = "3;2;7" CntA="LUCN_L_SA1B" CntB="PLATF_SA1D_0"/>
    <Mu Id="Mu 7 R7_C_0_A" Code="SA19_R7_C_0_A" Tracks = "7;2;3" CntA="PLATF_SA1C_0" CntB="LUCN_L_SA1A"/>
  </MuGroup>
  <MuGroup Id="3" Code="SA13" Dockable="FALSE">
    <Mu Id="Mu 4 R4_C_99_E" Code="SA15_R4_C_99_E" Tracks = "4;6" CntA="LUCN_R_SA1E" CntB="PLATF_SA1C_99"/>
    <Mu Id="Mu 6 R6_E_C_99" Code="SA15_R6_E_C_99" Tracks = "6;4" CntA="LUCN_R_SA1E" CntB="PLATF_SA1C_99"/>
  </MuGroup>
  <MuGroup Id="4" Code="SA14" Dockable="FALSE">
    <Mu Id="Mu 5 R5_D_99_F" Code="SA16_R5_D_99_F" Tracks = "5" CntA="PLATF_SA1D_99" CntB="LUCN_R_SA1F"/>
  </MuGroup>
</MuSet>
```

圖 6.4 車站股道數位化示例

6.4 運行圖功能

運行圖為使用者檢視鐵路班表之有力工具。本平台所提供運行圖檢視畫面如圖 6.5 所示例。軟體啟動本功能之機制亦採智慧式之原則：當使用者需要檢視資料內容時，任何種類之資料其操作方式均完全相同，只要在資料名稱上按滑鼠右鍵，再選「檢視器」項目即可。若該資料屬班表類，軟體即自動啟動運行圖功能，並帶入該組資料。若該資料屬其他類別，軟體亦自動選用正確的檢視功能，如後續各小節所說明。採用此種單純化設計機制之主要目的在降低使用者之進入門檻，以利軟體之推廣使用。

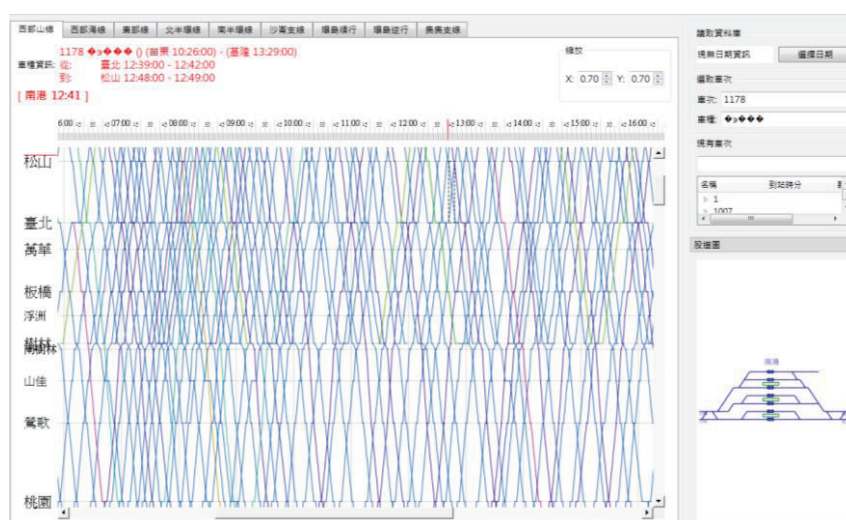


圖 6.5 運行圖功能畫面示例

6.5 熱圖功能

如前所述，使用者在本軟體平台檢視各種不同種類資料，其操作方法均完全相同。使用者於主畫面，在資料名稱上按滑鼠右鍵即可開啟該資料。若該資料之種類屬起迄類，則軟體自動開啟熱圖功能，如圖 6.6 所示例。

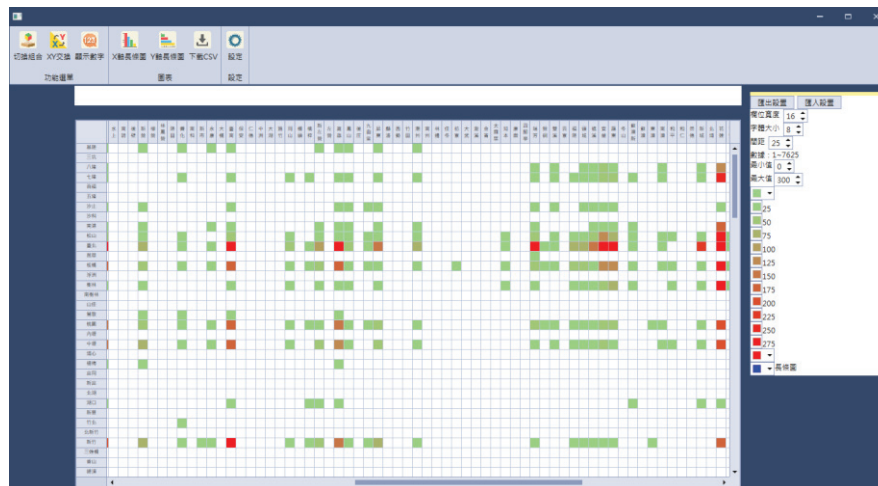


圖 6.6 熱圖功能畫面示例

第七章 局部分析案例

7.1 案例目的

本案例設計之目的在以 1 個虛擬的簡例，說明智慧鐵路平台進行局部分析之能力。此案例並不代表臺鐵或其他任何真實鐵路。局部分析之目的，在分析整體鐵路系統之小部分路段範圍，而且分析之目的著重在該路段承載列車之能力，而非著重於鐵路系統將乘客或者貨物由一地運送至另一地之運輸能力。

7.2 情境設定

本案例之設計，假設某鐵路系統中有一段局部雙向運行、站間雙線之路段，含有 A 至 E 5 處車站，其中車站 B 至車站 D 均僅有 2 股道，無法辦理追越。今假設鐵路營運機構欲進行車站股道擴建以提升路線容量。所考慮之方案，除了可由車站 B、C、與 D 選擇其中任意組合(含不進行任何擴建)進行擴建之外，並有擴建成為 4 股道，或成為 6 股道 2 種不同之選項，如圖 7.1 及圖 7.2 所示意。如圖所標示，測試例假設 A 至 E 站間，各相鄰站間距離，依序為 2 公里、8 公里、6 公里及 4 公里。因此所有之可能方案計有 15 種，整理於表 7-1。

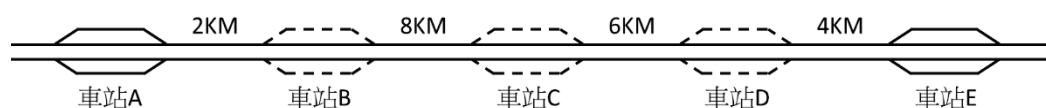


圖 7.1 局部分析 4 股道擴建情境



圖 7.2 局部分析 6 股道擴建情境

表 7-1 局部分析情境說明

情境		簡圖
2-2-2(無擴建)		=== === ===
4 股 道 擴 建	2-4-2	===  ===
	2-2-4	=== === 
	4-2-2	 === ===
	4-4-2	  ===
	2-4-4	===  
	4-2-4	 === 
	4-4-4	  
6 股 道 擴 建	2-6-2	===  ===
	2-2-6	=== === 
	6-2-2	 === ===
	6-6-2	  ===
	2-6-6	===  
	6-2-6	 === 
	6-6-6	  

鐵路之路線容量並非由路軌所單獨決定，所運行之列車及其通行之順序組合亦對容量具有相當之影響。本測試假設該路段運行快、慢 2 種不同列車。假設所有列車在所有車站均停靠，但快車每站停靠 0.5 分鐘，而慢車則停靠 2.0 分鐘。2 種列車之運行速率亦不相同，其於各站間之基準運轉時分(不受其他列車影響時之最小運行時間長度)設定方式整理於表 7-2。至於前後列車間之時隔則一律設定為 3.0 分鐘。

表 7-2 局部分析基準運轉時分設定

路段	長度(公里)	基準運轉時分(分鐘)	
		快車	慢車
A→B	2	2	4
B→C	8	6	10
C→D	4	4	6
D→E	6	5	8

本案例測試 2 種快慢列車組合之情境，說明如下。

1. 以慢車為主

假設全天運行慢車 270 列次(僅計單方向，以下同)，以及快車 18 列次。二者進入本分析路段之順序為慢車每發車 15 列次，即穿插快車 1 列次。

2. 以快車為主

假設全天運行慢車 18 列次，以及快車 270 列次。二者進入本分析路段之順序為快車每發車 15 列次，即穿插慢車 1 列次。

綜合考量擴建 15 種方案以及 2 種快慢列車之組合，本項局部分析總計有 30 種不同之情境。

7.3 分析方法

由於在本案例之設定中，所有車站之站內，以及站間均完全隔離 2 方向運行之列車，且 2 方向之股道布設對稱，因此進行分析時僅分析單一方向之列車運行，即假設所有列車均由車站 A 運行至車站 E。

分析時，針對前節所說明之 30 種不同情境，各使用智慧鐵路平台之解衝突功能求解無衝突班表。各情境各有不同之車站擴建方案，而解衝突模式則配合可用之股道，自動安排適當之追越與待避。解衝突模式求解時，則設定模式應儘量密集運行，亦即儘量「擠壓」班表，使路線中每單位時間能夠通行最多之車次數。因此觀察求解之結果，即可估計在各種情境下，該路段之容量。

7.4 分析結果及討論

局部分析之結果數據綜合整理於表 7-3 與表 7-4。前者為 4 股道擴建之各方案分析結果，而後者則為 6 股道擴建各方案之分析結果。表中呈現每一情境之首班車發車至末班車收車之時間長度(全程時間)、以情境 2-2-2 為基準之相對容量(相對容量)、平均每小時可運行之總車次數(小時容量)、慢車由發車至收車之平均時間長度(慢車運行)、快車由發車至收車之平均時間長度(快車運行)等數據。

觀察這些數據可以發現多項有趣而重要之現象。

1. 擴建方案之比較

不論是採用 4 股道擴建或 6 股道擴建之方式，均以 B、C、D 站全數擴建所能達到之容量最高。此與直覺相符。若非 3 站全數擴建，則不論何種組合，其對容量提升之效果均相差不多，且均與全數擴建有顯著差異。

2. 擴建股道數之比較

進一步比較 4 股道擴建或 6 股道擴建之情境，可發現當慢車占多數時，6 股道擴建較能發揮其效益，所能達到之容量比 4 股道擴建之方案高。當快車占多數時，6 股道擴建與 4 股道擴建，兩方案所能達到之容量相接近。發生這種現象之原因是在慢車占多數之狀況下，快車辦理追越可提高路線容量。採用 4 股道擴建之策略時，有擴建之車站每方向有 2 股道，允許快列在站站追越 1 列慢車。而採用 6 股道擴建之策略時，則車站在每方向有 3 股道，快車可同時追越 2 列慢車，因而達到更高之路線容量。當系統中之慢車占少數而且分散時，快車原本就少有同時追越 2 列慢車之機會與需求，因此上述現象即不明顯。

3. 路線容量與運轉速率之取捨

觀察表 7-3 與表 7-4 之數據可發現路線容量與運轉速率間之取捨現象。以表 7-3，慢車為主之情境為例，情境 2-2-2 下快車運行全程之平均時間為 33.01 分鐘，而在情境 4-4-4 下則成為 29.18 分鐘。然而如表 7-2 所示，在沒有任何其他列車之影響時，快車由離開 A 站至抵達 E 站之基準運轉時分(最小之可能運轉時間長度)長度為 18.5 分鐘(計入沿途運行時間、在 B、C、D 站之停站時間各 0.5 分鐘，但不計在 A 站與 E 站之停靠時間)。此數據顯示不論在何種情境，若要達到最大量之車次運行(亦即完全使用可能的路線容量)，快車必須大幅度降速。於表 7-4，快車為主之情境亦有類似之現象：在情境 6-6-6 下快車之平均運轉時間長度為 28.61 分鐘。這些數據顯示當快車占絕大多數時，降速運轉之現象略少，但欲充份排入所能排入之車次時，降速不可避免，且 4 股道擴建與 6 股道擴建在降速方面差異不大。

相對於快車，分析結果顯示慢車亦有降速之現象，但比例比快車輕微許多。慢車之基準運轉時分為 34 分鐘，而大部分之情境下，慢車之運轉時分延長均在 20%以內。

由以上對數據之分析，指出路線容量與運轉速率間之取捨關係。亦即當分析顯示在某一路段有可能排入每小時若干列車次時，並不必然表示鐵路營運機構真的能夠充份運用這個容量。由上述數據，以慢車占大部分之情境為例，在情境 2-2-2 下可達到每小時 12.10 列次之容量。但是快車需要大幅降速。擴建車站股道有助容量提升，但充份運用容量時，降速現象仍然存在。進一步分析發現，當慢車占大多數時，在情境 2-2-2 下若控制車次數成為平均每小時 9.88 列次(而非滿容量之 12.10 列次)，則快車之平均運行時間長度可由原 33.01 分鐘減少為 30.63 分鐘、慢車則由原 36.87 分鐘減少為 35.06 分鐘。若是快車占大多數，在相同情境下，若控制車次數成為平均每小時 12.42 列次(而非滿容量之

16.15 列次)，則快車之平均運行時間長度可由原 28.40 分鐘減少為 27.92 分鐘、慢車則由原 34.57 分鐘減少為 34.00 分鐘。

表 7-3 局部分析 4 股道擴建分析結果

	情境	全程時間	相對容量	小時容量	慢車運行	快車運行
以慢車為主	2-2-2	1433	100.0%	12.10	36.87	33.01
	2-2-4	1433	100.0%	12.10	36.67	27.87
	2-4-2	1417	101.1%	12.24	37.72	29.62
	2-4-4	1407	101.8%	12.32	35.72	28.32
	4-2-2	1422	100.7%	12.19	38.27	30.61
	4-2-4	1407	101.8%	12.32	38.41	26.49
	4-4-2	1405	102.0%	12.34	39.55	26.99
	4-4-4	978	146.5%	17.74	37.95	29.18
以快車為主	2-2-2	1074	100.0%	16.15	34.57	28.40
	2-2-4	1075	99.9%	16.13	38.27	27.68
	2-4-2	1074	100.0%	16.15	43.50	28.87
	2-4-4	1076	99.8%	16.12	45.28	28.12
	4-2-2	1074	100.0%	16.15	42.47	27.56
	4-2-4	1075	99.9%	16.14	45.73	26.74
	4-4-2	1074	100.0%	16.15	46.28	27.54
	4-4-4	1022	105.0%	16.96	46.50	28.38

註 1：全程時間=首班車發車至末班車發車之時間長度，分鐘

註 2：相對容量=以情境 2-2-2 為基準之相對容量

註 3：小時容量=平均每小時可運行之總車次數

註 4：慢車運行=慢車由發車至收車之平均時間長度，分鐘

註 5：快車運行=快車由發車至收車之平均時間長度，分鐘

4. 車種組合之比較

比較「非 3 站全數擴建」各方案可發現，當所運行列車以慢車為多時，有擴建車站較多時，路線容量隨之提高。亦即 4-4-2、4-2-4、2-4-4 方案所達到之路線容量，略高於 2-4-2、2-2-4 及 4-2-2 方案所能達到之路線容量；同時 6-6-2、6-2-6、2-6-6 方案亦比 2-6-2、2-2-6 及 6-2-2 方案之路線容量高。但當所運行列車以快車為多數時則無此現象，只要有其中 1 站未擴建，則整體路線容量與完全不擴建之狀況差不多。當鐵路系統中快車僅占少數車次時，每一快車車次在運行過程中均遭遇慢車之阻擋，若欲提高路線容量則需要在班表中安排快車追越慢車。行程中可追越之車站

愈多，快車愈有機會追越慢車，而達到較高之路線容量。但若大部分列車均為快車，則僅有少數快車被慢車阻擋，大部分之快車均不需要安排追越。因此擴建車站之效益即較不顯著。

表 7-4 局部分析 6 股道擴建分析結果

	情境	全程時間	相對容量	小時容量	慢車運行	快車運行
以慢車為主	2-2-2	1433	100.0%	12.10	36.87	33.01
	2-2-6	1431	100.1%	12.11	36.78	28.27
	2-6-2	1434	99.9%	12.09	38.18	27.71
	2-6-6	1407	101.8%	12.32	35.84	26.37
	6-2-2	1420	100.9%	12.21	38.06	29.79
	6-2-6	1406	101.9%	12.33	37.79	27.11
	6-6-2	1403	102.1%	12.36	39.20	26.46
	6-6-6	889	161.1%	19.50	37.07	29.12
以快車為主	2-2-2	1074	100.0%	16.15	34.57	28.40
	2-2-6	1075	99.9%	16.13	38.83	27.19
	2-6-2	1074	100.0%	16.15	44.91	27.78
	2-6-6	1076	99.8%	16.12	44.77	26.89
	6-2-2	1074	100.0%	16.15	42.44	26.64
	6-2-6	1075	99.9%	16.14	45.44	25.41
	6-6-2	1074	100.0%	16.15	45.83	25.95
	6-6-6	1012	106.1%	17.14	46.33	28.61

註 1：全程時間=首班車發車至末班車發車之時間長度，分鐘

註 2：相對容量=以情境 2-2-2 為基準之相對容量

註 3：小時容量=平均每小時可運行之總車次數

註 4：慢車運行=慢車由發車至收車之平均時間長度，分鐘

註 5：快車運行=快車由發車至收車之平均時間長度，分鐘

須要注意的是，局部分析雖然得到各情境之具體路線容量，亦各有對應之班表，但實際運轉時，並不一定能達到此種容量之水準。原因是鐵路進行路線容量分析時，所分析之路段愈小，得到之容量愈為偏高。這種現象之成因是，在鐵路系統中列車間之互制對容量影響甚大，但局部分析時，僅分析部分路段而非整體系統，相當於隱含假設所分析之路段以外對所分析之路段完全沒有影響。因此局部分析所得到之路線容量僅為該路段運轉能力上限值之參考；整個鐵路系統能夠在該路段安排之列次數量，仍然必須以全系統分析、班表試排之方式探討之。

第八章 田中支線分析案例

本章之目的在使用前瞻基礎建設「高鐵彰化站與臺鐵轉乘接駁可行性研究」案^[29]其中之一部分為案例進行運轉分析，呈現智慧鐵路平台支援政策評估之能力。

8.1 案例說明

本案例取自前瞻基礎建設之「高鐵彰化站與臺鐵轉乘接駁可行性研究」案^[29]。本案「可行性研究報告」108年9月27日奉行政院核定(108年9月27日院臺交字1080030291號函)，臺鐵局辦理綜合規劃作業中，計畫期程為核定後6年。其中108年及109年度所需之1,500萬元規劃設計作業費，已編列於「前瞻基礎建設計畫」第1期(107年)特別預算下。可行性研究報告書封面如圖8.1所示。

該可行性研究之目的在研提在高鐵彰化站與臺鐵系統之間建立更佳之接駁方式。報告書共提出4項替選方案，整理如表8-1。本案例取自其中之替選方案B。

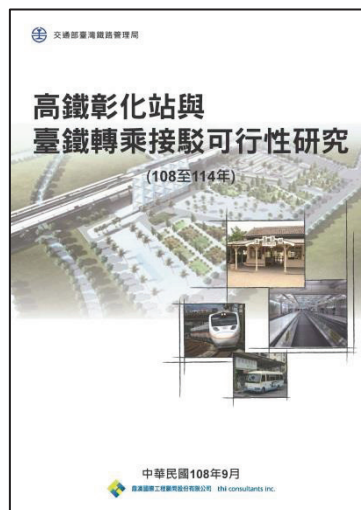
表 8-1 高鐵彰化站與臺鐵轉乘接駁替選方案

替選方案	說明
A	臺鐵社頭站出岔，新鋪設軌道銜接至高鐵彰化站
B	臺鐵田中站出岔，新鋪設軌道銜接至高鐵彰化站
C	臺鐵與高鐵交接處設1車站，其間以公車接駁
D	以公車接駁至臺鐵田中站、社頭站及永靖站

資料來源：整理自可行性研究^[29]

替選方案B之主要策略為西幹線鐵路自臺鐵田中站出岔，新鋪設軌道銜接至高鐵彰化站，如圖8.2所示意。為了方便，以下將本新鋪設軌道稱為「田中支線」。臺鐵集集線與西幹線在二水站分岔，而替選方案B所選擇之出岔之田中站則位在二水站北側。集集線位在

西幹線之東側，而田中支線則位在西側，如圖 8.3 所示。該區域北側不遠為臺鐵彰化站，再北側則為山線與海線。範圍較大之地理位置圖示於圖 8.4。



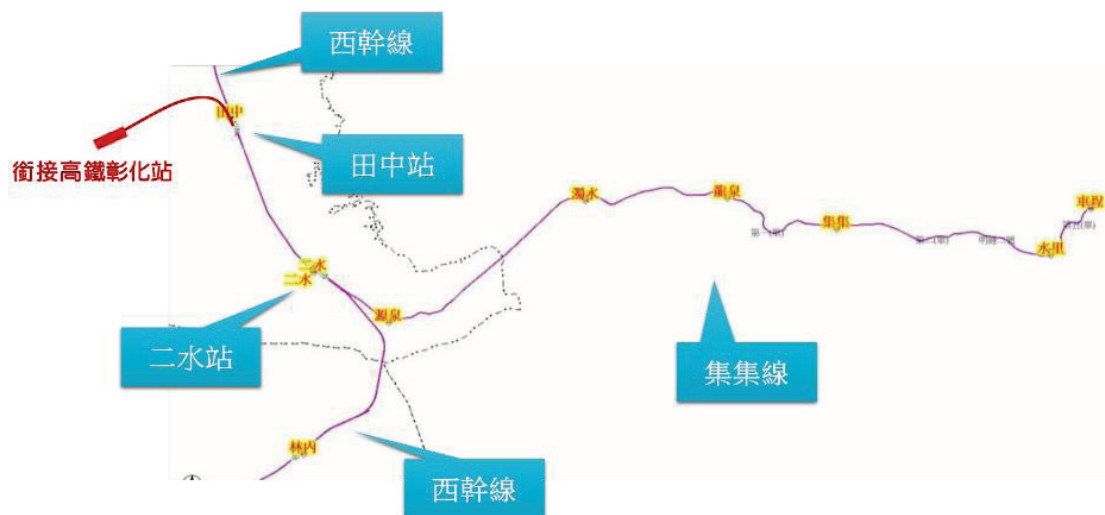
資料來源：可行性研究^[29]

圖 8.1 高鐵彰化站與臺鐵轉乘接駁可行性研究報告書封面



資料來源：可行性研究^[29]

圖 8.2 轉乘接駁替選方案 B：田中出岔新鋪軌道



資料來源：可行性研究^[29]

圖 8.3 轉乘接駁替選方案 B 地理區位

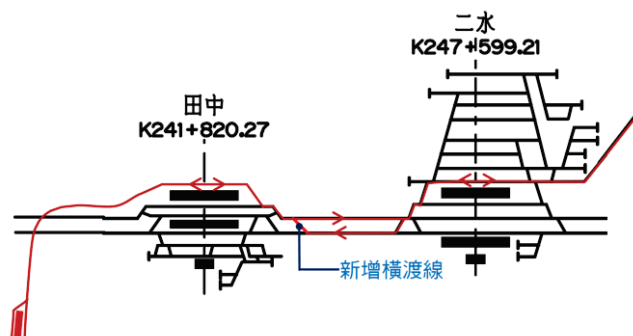


資料來源：可行性研究^[29]

圖 8.4 臺鐵田中附近路線圖

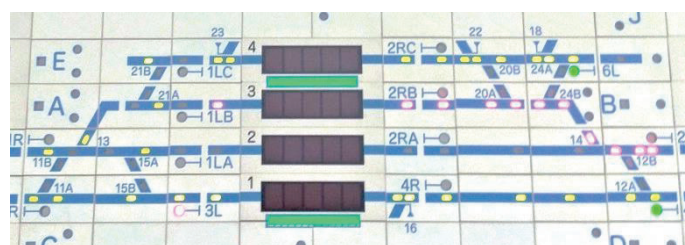
依可行性研究^[29]之說明，該方案建議在田中站東側增設 1 股道供田中支線列車專用，並在田中站南端增設 1 組橫渡線，所建議之股道擴建方式以及列車運轉方向如圖 8.5 所示。該方案並建議將田中支線與集集串聯營運，亦即列車由集集線進入二水站之後，續行至田中站並駛往高鐵，反向亦由高鐵經田中站、二水站駛入集集線。列車於田中站、二水站運轉方式之規劃示意於圖 8.5。為利與該可行性研究相

比較，本案例之分析，在二水站之股道布設係以圖 8.5 所示為準。臺鐵行控中心顯示面板二水站之照片一併示於圖 8.6，以方便比較。



資料來源：可行性研究^[29]

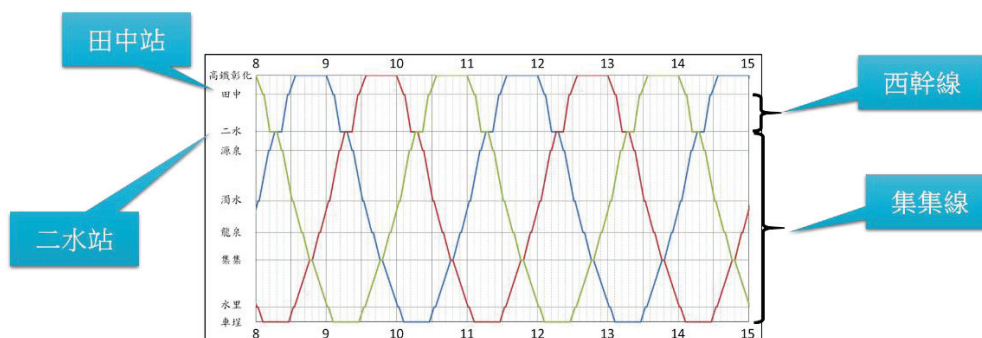
圖 8.5 田中站股道擴建規劃



資料來源：臺鐵局行控中心顯示面板照片

圖 8.6 二水站股道圖

在上述運轉方式下，可行性研究^[29]並規劃串聯運行於田中支線、集集支線之列車在二水站交會，進入集集線之後則於集集站交會(目前臺鐵真實班表，列車在集集線於濁水站交會)。所規劃之班表運行圖示於圖 8.7。



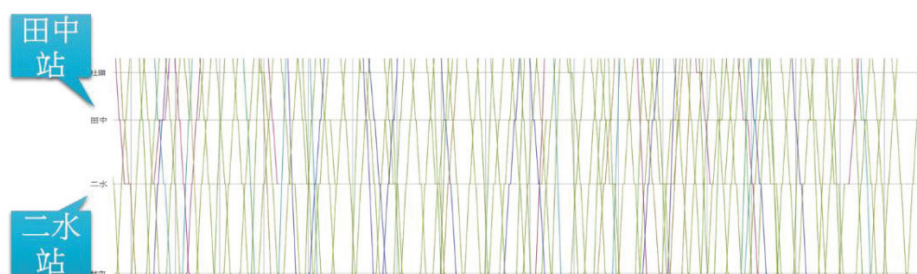
資料來源：可行性研究^[29]

圖 8.7 串聯田中支線、集集線列車運行圖

8.2 分析目的

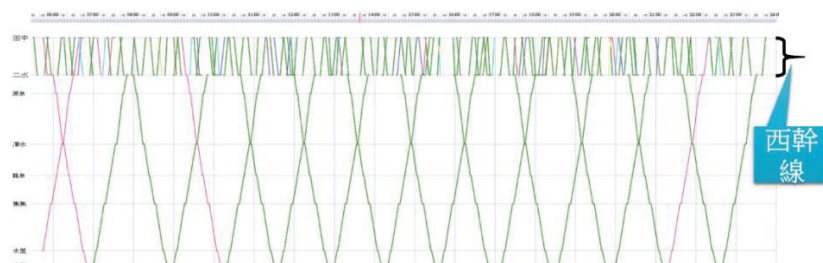
本項分析之目的在瞭解於上述替選方案 B 所規劃之運轉模式下，串聯田中支線及集集線之列車對臺鐵西幹線之運轉衝擊。如圖 8.5 所示，這些列車在往返田中支線與集集線時，必須在二水站北側以及田中站南側各與臺鐵西幹線發生 1 次平面交叉。該報告書雖然考慮未來支線列車之運轉班表如圖 8.7 所示，但該班表並未考慮臺鐵西幹線之運轉。臺鐵目前現況，在田中站與二水站之間，雙向合計每日約運行 170 列次，其中約 80% 之列車有停靠田中站，約 70% 之列車有停靠二水站。至於集集線則現況每日運行 26 列次(雙向合計)。現況(109 年 9 月 30 日)於田中站附近真實班表之運行圖如圖 8.8 所示。

臺鐵現況雖然大部分集集線列車均運行於二水站以及集集線末端之車埕站之間，但每日有 2 車次行駛至彰化站，亦有 2 車次自彰化站發車。此外亦有部分車次以田中站為發車站或收車站。臺鐵真實班表，自田中站到集集線末端車埕站之運行圖如圖 8.9 所示。



資料來源：臺鐵局 109 年 9 月 30 日班表

圖 8.8 臺鐵現況田中站附近運行圖



資料來源：臺鐵局 109 年 9 月 30 日班表

圖 8.9 臺鐵田中站至車埕站運行圖

目前臺鐵現況下，田中站與二水站之運轉狀況均順暢，其路塞潛勢指數如圖 8.10 及圖 8.11 所示，均屬良好之 A 級。

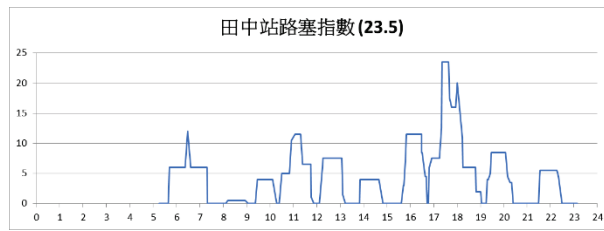


圖 8.10 臺鐵現況田中站附近運行圖

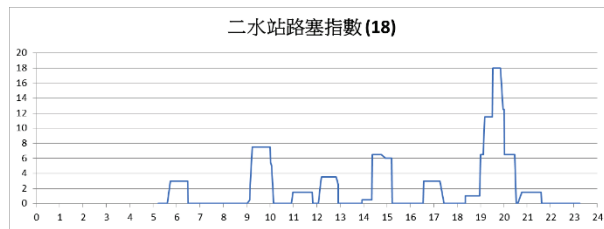


圖 8.11 臺鐵現況田中站附近運行圖

8.3 運轉分析

本節將說明使用本計畫所開發之技術，對此案例進行分析之過程及結果。雖然分析之主要標的為田中支線以及集集支線，但因為支線與本線之運轉相互影響無法分割，在此所有之運轉分析均完整考量臺鐵全系統，且調整班表、排除衝突時亦以臺鐵全系統之班表為之。

分析方法說明如下。首先依圖 8.5 所示之田中站擴建方案，於智慧鐵路平台中建立田中站之未來股道布設及銜接高鐵彰化站新設車站之數位模型，再置入臺鐵系統中成為替選方案 B 之完整臺鐵鐵路系統。之後以臺鐵 109 年 9 月 30 日之真實班表，刪去該班表中集集線車次，並以圖 8.7 所示車次代之。最後再使用智慧鐵路平台解衝突功能，排除置換支線列車時所引進之衝突，而得到無衝突班表。求解所得班表之田中支線串聯集集線路段運行圖如圖 8.12 所示。進一步觀察田中、二水站之路塞潛勢指數，發現在此種運轉模式下，其路塞潛勢指數亦屬良好之 A 級，甚至略低於臺鐵現況，如圖 8.13 與圖 8.14

所示。路塞潛勢指數降低之主要原因來自於田中站擴建股道，以及現況部分運行於田中站以北之集集線列車被刪除。路軌資源之提升以及田中站以北車次數之降低，使得田中站之路塞潛勢指數進一步降低。

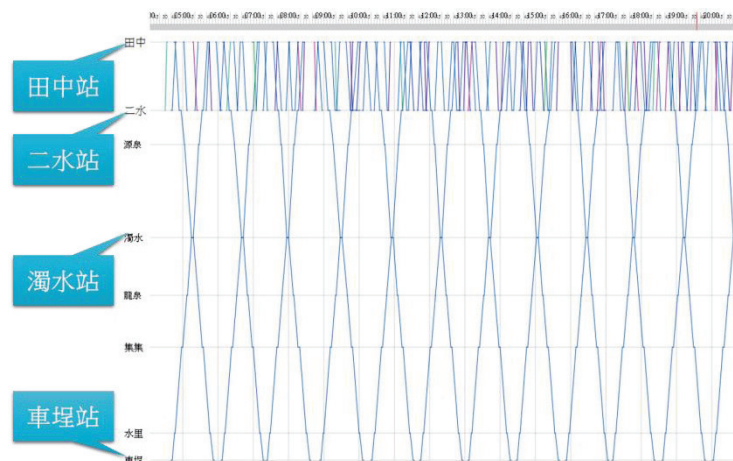


圖 8.12 運轉分析田中支線串聯集集線運行圖

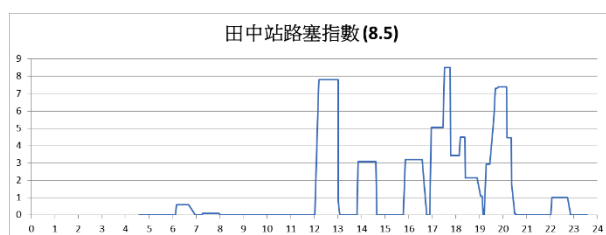


圖 8.13 田中站替選方案 B 路塞潛勢指數

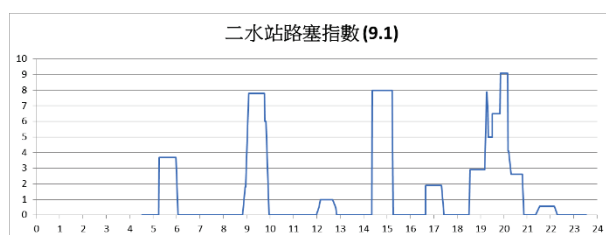


圖 8.14 二水站替選方案 B 路塞潛勢指數

觀察圖 8.12 所示之班表可發現這些支線列車之交會站在濁水站，與臺鐵現況一致，而非可行性研究所規劃之交會於二水站。其原因是本分析使用圖 8.5 所示之二水站股道布設方式中，僅有 1 股道供支線列車使用，因此列車不可能於該站交會。而集集線為單線鐵路，列車

不在二水站交會時，即無法於集集站交會，因此可行之運轉方式為交會於濁水站與現況一致。

8.4 剩餘容量分析

前小節運轉分析顯示替選方案 B 之運轉方式應屬可行。而此處剩餘容量之目的，在進一步瞭解替選方案 B 對於臺鐵西幹線在田中站附近路段可用剩餘容量之影響。所謂可用剩餘容量，指鐵路除了當前所運行之車次外，尚可再額外容納之車次數。嚴格而言，剩餘容量並非單一數字；可再額外容納之車次數除了受到額外增加之車種影響外，「分析路段愈短，所得容量愈大」之現象亦有重大影響。例如，若欲分析田中站附近路段之可用剩餘容量，而額外增加之列車(1)運行於彰化到田中之間、或(2)運行於宜蘭至高雄之間，則第(1)種狀況所得之可額外容納車次數必然較高，而第(2)種必然較低。原因是第(2)種狀況下可額外容納之列車數受到樹林至七堵間路段擁擠之限制，而第(1)種狀況則無。

此處分析則以運行於彰化站至嘉義站間之區間車，使用智慧鐵路平台評估該路段尚可容納之額外車次數。該路段原本即為臺鐵西幹線中較不擁擠之路段，且較不受沙崙線之直接影響。本分析之主要目的在呈現智慧鐵路平台評估剩餘容量之能力，若為其他目的而進行本項分析，則應依分析之目的而設計額外車次之組合。

進行分析時，分別進行 2 種情境之分析，再比較其結果。第 1 種情境是以臺鐵現況鐵路系統，以及現行班表為基礎，使用智慧鐵路平台之解衝突功能嘗試額外排入彰化站、嘉義站之間雙向運行之區間車。第 2 種情境則是以前述替選方案 B 所建議之田中站擴建方案，並使用臺鐵現有班表，將原集集線列車置換為串聯田中支線、集集線之列車車次，再嘗試額外排入上述區間車。

以上述 2 種情境進行分析之結果，發現第 1 種情境(臺鐵現況)下可再容納 72 列次之額外區間車，而第 2 種情境(田中站擴建、田中支線與集集線串聯運轉)則可再容納 81 列次之額外區間車。增加額外車次後之路塞潛勢指數如圖 8.15 與圖 8.16 所示。

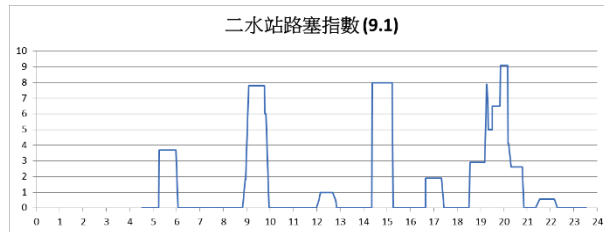


圖 8.15 臺鐵現況增加彰化嘉義區間車路塞潛勢指數

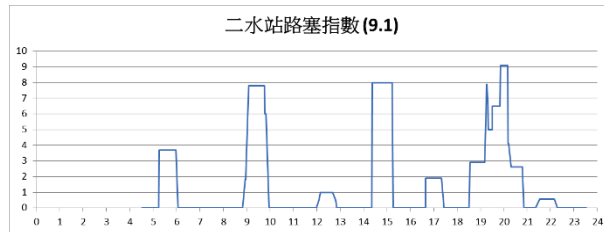


圖 8.16 替選方案 B 增加彰化嘉義區間車路塞潛勢指數

綜合以上分析結果可以發現在替選方案 B 之情境下，臺鐵西幹線之剩餘容量較現況略高。推論其原因，應是在替選方案 B 之情境下田中站增設股道，以及集集線列車完全退出田中站以北路段之效果。

8.5 綜合歸納

經由以上對田中支線之分析，可歸納以下各點結論。

1. 運轉分析有其必要性

本分析之目的在使用前瞻基礎建設「高鐵彰化站與臺鐵轉乘接駁可行性研究」案^[29]其中替選方案 B 為案例，呈現智慧鐵路平台支援政策評估之能力。分析結果顯示此種數量化鐵路運轉分析

之軟體工具，對於現用分析方法具有互補之作用，有助強化政策形成之論述。而此種分析亦有助發現方案之弱點，進而降低政策風險。

2. 主要分析結果

對替選方案 B 之分析結果，發現該運轉方案，在鐵路運轉方面應屬可行。然而需要注意的，是臺鐵現況有部分集集線列車之發車、收車站分散在彰化站、田中站及二水站。推測此種作法可能係緣於配合車輛編組調度或股道運用之相關需求。這些因素為實務上之重要考量，但並未納入本分析之範圍內。另外，未來田中支線列車之班表如何配合高鐵彰化站班表，亦未納入本分析之考量。這些在此未納入考量之重要因素是否會影響分析結論、影響程度如何，均有待未來進一步釐清。

3. 智慧鐵路平台之應用

智慧鐵路平台之設計功能在做為鐵路運轉分析之工具，提供政策決策者作為參考。以本案例而言，此工具對於該可行性研究^[29]具有互補作用，但並非取代之。完整的可行性研究所應包含之諸多項目，例如用地取得、財務、經濟、環境、旅次等等，均未納入智慧鐵路平台之範圍。

第九章 結論與建議

9.1 結論

前瞻基礎建設條例及 2020 年版運輸政策白皮書勾勒我國未來軌道運輸系統藍圖，同時亦顯示軌道運輸在未來公共運輸體系中，將扮演更重要角色。本計畫聚焦在臺鐵系統，由運輸供給、需求及消費者面向切入，於釐清其間複雜關係後，先予以分割，再經抽象化及系統化，分別建立 6 項數學模式分別描述運輸需求之形成、乘客之選擇行為、鐵路服務計畫之擬定、排除班表衝突以及班表之評估分析等重要元素。本計畫分別確認各模式之適當性後，再於資料面予以整合，使其成為相互共容之軟體引擎。最後再設計、實作能夠承載這些引擎，並對使用者提供適當服務之智慧鐵路軟體平台。智慧鐵路平台之設計，除了考量有效率承載多項軟體引擎之外，並以使用者界面以及使用者體驗為重要考慮因素，期能降低使用者之門檻障礙、為使用者所樂意接受，以有助達到未來推廣應用，做為評估、審議、比較各種鐵路相關政策方案之有力工具。

本計畫之主要成果，歸納整理如下：

1. 鐵路運輸供需體系之釐清

運輸為社會經濟活動所衍生之需求及現象，而鐵路運輸系統亦為社會整體公共運輸系統之一環。本計畫針對鐵路運輸系統，將其運能之生產至消費區分為供給、需求及乘客選擇 3 區塊。

2. 6 項數學模式之建立

本計畫將鐵路運輸系統之供給、需求及乘客選擇，予以抽象化、系統化之後，建立 6 項數學模式以描述之。此模式分別為需求模式、供給模式、解衝突模式、系統轉模擬模式、乘客選擇參數校估模式及乘客選擇行為模擬模式。

3. 路塞潛勢指數之研提

本計畫指出，以旅次為基礎之運輸需求，經鐵路系統服務計畫轉化成鐵路運轉能力之需求，及路軌實體設施產生鐵路運轉能力之機制。鐵路運轉能力具有不可儲存性，因此其產生與使用必需良好契合才能達到高效率運轉；而兩者契合良窳，並不能僅由路軌之路線容量，或班表之車次數單方面評估。為此，本計畫提出「路塞潛勢指數」，做為鐵路運轉能力產生與使用契合狀況之綜合指標。

4. 實作智慧鐵路平台之設計

本計畫在前述理論基礎之上，設計並實作智慧鐵路平台。軟體架構具有高度彈性，可類似堆疊積木方式持續擴充。而架構與操作功能均高度考量使用者界面與使用者體驗，以降低進入門檻。

5. 局部分析案例之測試

使用智慧鐵路平台為工具，本計畫使用具有 5 處車站之虛擬案例，呈現對 15 種不同車站擴建方案進行評估比較。由結果顯示本平台除可評估不同方案在各運轉情境下可達到路線容量外，並可以數量化方式指出達到高運能與提高運轉速率 2 目標間之取捨，例如高容量運轉，常是以降速為代價。因此，分析結果明確指出於分析鐵路建設方案之路線容量時，必須同時注意其對應之運轉速率。

6. 田中支線案例分析

本計畫以前瞻基礎建設「高鐵彰化站與臺鐵轉乘接駁可行性研究」案^[29]中之替選方案 B 為案例進行運轉分析，驗證智慧鐵路平台支援政策評估之能力。分析結果發現該方案之運轉應屬可行，並且進一步評估臺鐵田中站附近路段，未來若需再提高運能時，可容納額外車次數。軟體平台分析結果可與現有可行性研究

之分析方法互補，有助強化政策形成之論述，並預先掌握列車運行情形。

7. 全系統診斷分析工具之開發

本計畫所開發模式及軟體工具，均有能力以臺鐵全系統為範圍，進行整體性之診斷及分析。

9.2 建議

本計畫已經完成鐵路供需診斷模式軟體之建置，且為讓使用者易於操作，設計並實作智慧鐵路平台，以及進行案例分析。建議後續計畫方向如下：

1. 將鐵路運轉評估納入常態政策評估之一環

由案例分析結果顯示運轉評估可產出數量化之具體分析結果，可與現行評估方式互補。建議鐵路相關單位將此類運轉評估納入常態政策評估之一環，應可對政策之形成過程有所助益，並預先掌握未來列車營運情形。

2. 選擇適當之鐵路建設計畫進行情境分析

建議選擇適當之鐵路建設案或規劃案，嘗試使用本軟體平台進行運轉分析。例如就花東鐵路雙軌化，分析建設計畫完成後，是否仍有瓶頸路段等等。如此一方面可儘早使用新技術之成效，同時亦可累積真實使用經驗，加速軟體之成熟化。

3. 持續發展智慧鐵路平台

本軟體平台之操作性能仍有待真實使用者之回饋，爰尚需持續推廣，蒐集使用者意見，並據以持續精進相關功能與操作介面。另一方面，鐵路系統龐大而複雜，本軟體目前僅能觸及鐵路運轉之部分，然本軟體具有易擴充、易維護之架構，建議後續在涵蓋

面以及成熟度均持續發展之。在本計畫所開發的所有模式及軟體中，最複雜者為具有自動排點能力的解衝突模式。建議後續持續發展該模式，納入路線彎道、坡度等軌道條件之考量，以達到更高之功能完整性。在應用面則可納入疏運或重大建設計畫之調度或營運安排之應用功能，以更提升實用時之方便性。

參考文獻

1. Yan, F. and Goverde R.M., "Combined line planning and train timetabling for strongly heterogeneous railway lines with direct connections", *Transportation Research Part B: Methodological*. Vol 127, 2019, pp. 20-46.
2. Goossens, J.-W., van Hoesel S. and Kroon L., "On solving multi-type railway line planning problems", *European Journal of Operational Research*. Vol 168, No. 2, 2006, pp. 403-424.
3. 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.
4. 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.
5. 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, 2015, pp.117-135.
6. 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.
7. Burggraeve, S., Bull S.H., Vansteenwegen P. and Lusby R.M., "Integrating robust timetabling in line plan optimization for railway systems", *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*. Vol 77, 2017, pp. 134-160.
8. Fu, H., Nie L., Meng L., Sperry B.R. and He Z., "A hierarchical line planning approach for a large-scale high speed rail network: the China case", *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. Vol 75, 2015, pp. 61-83.
9. Frank, O., "Two-way traffic on a single line of railway", *Operations Research*. Vol 14, No. 5, 1966, pp.801.
10. 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.
11. 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.
12. 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.

13. 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.
14. 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.
15. 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.
16. 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.
17. 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.
18. 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.
19. Caimi, G., Fuchsberger, M., Laumanns, M. and Schüpbach, K., "Periodic railway timetabling with event flexibility", *Networks*.Vol 57, No. 1, 2011, pp.3-18.
20. 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.
21. Liebchen, C. and Peeters, L., "Integral cycle bases for cyclic timetabling", *Discrete Optimization*.Vol 6, No. 1, 2009, pp.98-109.
22. 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.
23. 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.
24. 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.
25. 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.
26. 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.

27. 交通部，「2020 年版運輸政策白皮書」，2019。
28. 交通部運輸研究所，「2019 年臺灣鐵道容量手冊」，2019。
29. 交通部，「前瞻基礎建設-軌道建設高鐵彰化站與臺鐵轉乘接駁可行性研究」，2019。

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
台灣中油股份有限公司 曾處長志煌		
1. 本計畫實屬困難，本年度為計畫第 2 年，目前規劃的研究成果已遠超第 1 年期末審查時的期待。	1. 謝謝委員的肯定。	同意研究單位處理情形。
2. 求解速度由 1 星期縮短至 1 小時，差異很大，後續模擬可以越來越快，且越擬真，有助於後續臺鐵使用。然此係混合整數規劃問題，提升 1 百倍的求解速度，請說明此求解方式是否穩定，如進行多次求解，各次求解時間與品質是否相同。另請概述此求解方式的原理或根據，後續若發表演論文將具有很大之學術貢獻度。	2. 此求解方法係以決策變數之遞減成本(reduced cost)為基礎，並非立基於隨機性之搜尋。因此是穩定的，亦即求解時間及品質並無鄰近搜尋啟發式演算法常見之隨機性以及不穩定性。加速的原理說明於第 3.3 錯誤！找不到參照來源。節。	同意研究單位處理情形。
3. 解衝突模組為本供需診斷模式軟體的關鍵，請擇要說明求解程序與邏輯。	3. 求解程序與邏輯已加強說明於第 3.3 節，圖 3.4 之相關說明。	同意研究單位處理情形。
4. 簡報中提出在求解服務計畫時，先考量將資源用到滿，甚至多一些，請就求解經驗說明建議分析時需採用多少比例，例如 5% 或 10%。	4. 供給模式具有相當之彈性，可適用於多種不同狀況。因此本項比例之設定方式，亦難以有通用之建議值。有關本項，已在第 3.2 節加強論述說明之。	同意研究單位處理情形。
5. 參數是分析最重要的關鍵之一，然由簡報資料顯示，參數似需要統一放在資料庫，然以經濟效益分析為例，採用不同折現率參數，結果會不同。爰此，請說明參數使用上使用者可否調整，或哪些參數是可以調整？如進行	5. 為了達到最大之彈性與最廣之適用性，本軟體進行局部分析時，係針對所擬分析之區域在軟體中建立路軌系統，再針對該系統進行分析，而非建立全系統，再指定全系統中擬分析之區域。在此設計下，軟體之使用者可分	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
局部分析與全系統分析時，請說明如何設定與操作。	析任何型式之鐵路，即使是現實世界中不存在之鐵路路段，亦可進行局部分析。	
6.由報告與簡報資料觀之，研究成果似接近可以商轉階段。請說明智慧財產權規劃及目前軟體寫到什麼程度。後續是否僅需微調就可以上線使用。另如果可以在臺鐵應用，應可應用至其他軌道系統，因此，預期本供需診斷模式軟體未來大有可為。爰此，建議由使用者角度，檢視功能與應用。	6.本軟體之系統設計，確是以開發具有商轉能力之軟體為目標。主要原因在於，軟體是否能夠成功推廣，除受到軟體之基本運算能力之影響外，更重要的是軟體提供之使用者介面(User interface)與使用者體驗(User experience)的品質。而納入這些商轉軟體之專業考量，使得軟體具有複雜之架構，其中包含了各模式之引擎，整體管理引擎之模組，以及資料庫。相關論述已加強說明於第 5.1 節。	同意研究單位處理情形。
7.案例分析將採田中支線，建議可透過本供需診斷模式軟體，可分析出時間節省等經濟效益。另考量田中支線的可行性研究業經通過，建議可從臺鐵局角度思考，進行深入分析。	7.田中支線之建設目的在以軌道連結高鐵彰化站以及臺鐵系統。本軟體以鐵路系統之運轉為出發點，由臺鐵局角度分析該支線對現有系統運轉之影響。內容詳述於第八章各節。	同意研究單位處理情形。
8.如研究時程許可，建議就花東鐵路雙軌化，分析是否建設計畫完成後，是否仍有瓶頸路段。建議可將部分 OD 需求放大進行壓力測試，以發掘潛在瓶頸或關鍵路段。	8.經評估發現若進行本項分析，尚需取得及整理大量資料。為聚焦於模式及軟體之開發，爰將本項納入後續發展建議項目中。	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.本計畫複雜度高，現有成果已能支援或支撐多種規劃與評估，對建設、營運與服務有多重的幫	1.謝謝，研究成果之實務應用化與工具化亦為本計畫之目標。具體作為是在軟體系統設計之商用	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
助，因此在多年投入之後，應將重點聚焦在實務應用與工具化，讓已發展之模型與系統能在一般業務同仁手中發揮最大的功能。 2.本計畫有針對性，主要的需求機關如臺鐵局等，應重視並接續思考如何應用研發成果，改善臺鐵營運與數位化、智慧化的進程，建議後續在座談會與成果發表過程中，與交通部科技產業會報相關討論結合，以取得主管機關之重視與配合，並請臺鐵同步檢核業務流程，將系統功能嵌入業務流程中。 3.對於系統與模型的功能及成效說明，應簡潔有力，說的清楚，才能獲認同，並將系統推展出去。	化、套裝化。 2.本計畫之成果若能以套裝軟體之形式嵌入臺鐵局之業務流程中，應可發揮其最大之功效。然而業務流程之具體需求以及嵌入之具體方式，有賴業務單位與開發單位協力合作方能達成。 3.謝謝建議。本計畫之課題複雜，模式亦具有相當之複雜性，而以複雜的模式為基礎，構建商用化之軟體，亦相當複雜。已在報告書中以第七、八、九章，以測試案例之形式呈現整體之功能，期有助讀者瞭解。	同意研究單位處理情形。 同意研究單位處理情形。
交通部鐵道局 謝簡派正工程司金玫		
1.運研所 2019 年完成「臺灣鐵道容量手冊」，該手冊所發展的方法，能夠符合專營客運之鐵道運輸系統，以及臺鐵捷運化後之運輸型態的研究需要，除反映營運機構所能提供的輸運能力，亦導入旅客觀點(服務水準、服務品質)。然為利使用者可以了解，請說明本計畫與該手冊的差異與關聯性，並於文獻回顧中補充相	1.謝謝，已在第 2.4 節以專節方式回顧之。	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
關內容說明。		
2.本計畫緣起提及本供需診斷模式軟體係協助鐵路建設計畫基本設計經費審議、檢視相關效益之參考工具，惟目前研究成果似著重在政策面的診斷分析，似屬較上位的策略診斷，建議釐清與說明是否期末階段將發展經費估算，或投入資源與經濟效益之分析。	2.經費估算，或投入資源與經濟效益之分析均有其重要性，但本計畫聚焦於鐵路之運輸需求、運輸供給以及診斷分析。並未及於經費估算及經濟效益分析。	同意研究單位處理情形。
3.本計畫使用者部分，目前看起來主要是臺鐵局與運研所。建議未來推廣對象可考量鐵道局與專業顧問公司。如考量本供需診斷模式軟體內有臺鐵局內部資料，建議可採用申請使用之方式處理。	3.謝謝，本計畫確有申請使用臺鐵之班表、售票紀錄及相關報告書等資料。	同意研究單位處理情形。
4.報告書路軌系統數據管理功能之數據尺度範圍採用鐵路路線，請說明該路線之定義，是否係臺鐵現行鐵路路線？另鐵臺現行營運是採跨線方式，請說明採此定義方式是否影響或限制後續分析，另可否讓使用者自行定義使用。	4.本計畫之主要研究範疇在臺鐵系統，測試案例之設計亦以臺鐵系統為主。至於所開發之數學模式則具有較廣之適用性，不以臺鐵系統為限。	同意研究單位處理情形。
5.系統後續發展自動解析能力，請說明是否納入或訂定相關量化指標，例如針對瓶頸路段常採用之路線利用率(連續 3 小時最高流量/連續 3 小時路線容量值)檢核門檻值 70%，乘載率(連續 3 小時站間乘載率)大於 100%，或服	5.本計畫提出路塞潛勢指數做為綜合性之量化指標，並詳細說明於第四章。至於路線利用率有其盲點，並未應用於本計畫中。	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
務水準等具體檢核指標值。		
6.本計畫以臺鐵客運模式為主，然臺鐵仍有貨運，且運轉調度亦會影響主線客運容量，請說明模式中如何處理，是否係以其當作限制條件或其他方式考量。	6.本計畫以客運為主，並未納入貨運業務之供給、需求、攬貨等考量。至於貨物列車運行則完整納入本系統中。	同意研究單位處理情形。
交通部臺灣鐵路管理局		
1.謝謝研發此供需診斷模式軟體。基於使用端的使用需求，建議增列運行圖的呈現功能，以符合實務應用所需。	1.運行圖已納入所開發之軟體中，謝謝提醒。	同意研究單位處理情形。
2.後續將以田中支線進行範例分析，是一個很好的案例。於可行性階段已有許多方案，本局亦已針對進行多項評估，包含田中、二水將來都會是重要的節點，建議研究後續案例分析可進行深入探討。	2.田中支線之分析已納入第八章。除田中、二水站之外，並將分析範圍擴及於全系統。	同意研究單位處理情形。
本所運計組		
本計畫研究成果與營運單位較為密切，為利後續讓臺鐵局可以掌握、無縫移轉，希望臺鐵局各單位可以參與這個計畫，便於日後移轉。	軟體之推廣為未來目標之一，因此於進行軟體設計時，即以商業化、套裝化為標準，以方便使用者接受及操作。	同意研究單位處理情形。
本所運管組		
1.本計畫困難很高，建議後續研究以使用者角度考量，例如中秋節即將來臨，為此臺鐵局需要概估的服務計畫，可藉由本供需診斷模式軟體，求出這種概估的服務	1.謝謝，模式及軟體之實用化確為本計畫之重要目標。然本軟體需要能夠嵌入臺鐵之業務體系，方能發揮最大之效用，而此則有賴開發單位與業務單位充份協力	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
計畫，讓使用者可實務使用。	方能達成。	
2.本計畫期末，除了辦理座談會與成果發表，建議是否可納入教育訓練，俾利讓本組了解這個軟體如何使用、查詢。	2.未來之推廣將充份配合運研所之指示辦理。	同意研究單位處理情形。
本所 陳副所長天賜		
1.本計畫很困難且複雜，然複雜的研究成果如何講給外界了解？請研究團隊思考後續成果的呈現方式。	1.本計畫確是有相當的複雜度。本報告書將其中最複雜的部分集中於第三章。而其他各章之編撰方式，則與第三章獨立，亦即使用者跳過第三章時，仍能瞭解其他部分。更重要的是軟體平台未來使用者之進入門檻以及接受難易度。該軟體之設計已將複雜之演算作包裝，以助使用者以簡單之操作就能駕馭複雜之功能。	同意研究單位處理情形。
2.請研究團隊於期末報告文獻回顧中，說明本計畫與本所發展「臺灣鐵道容量手冊」之差異性與關聯性。	2.已在期末報告第 2.4 節，以專節回顧「臺灣鐵道容量手冊」。然而由於該手冊(以及相關軟體)並無法用以進行本計畫第七章以及第八章之容量分析，因此亦無法比較之。	同意研究單位處理情形。
3.運行圖的展示功能對於使用者實務應用非常有幫助，請研究團隊納入。	3.謝謝提醒，本軟體含有運行圖功能。	同意研究單位處理情形。
4.請研究團隊說明是否需蒐錄每日的歷史售票紀錄，及在供需診斷上可做哪些分析。	4.售票紀錄為精準之乘客搭乘紀錄。雖然其為歷史資料，但某種程度反應了社會的鐵路運輸需求。本計畫所開發之「需求模式」即利用售票紀錄，做為推估未來運輸需求之基礎資料。	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.除了田中支線案例分析外，後續期末報告如有其他應用，請納入報告中。有關本計畫係依約執行項目，如有後續可精進研發課題，請在期末報告內提出建議。本計畫最終目標是讓臺鐵局可以用，及本供需診斷模式軟體可以商轉，並支援鐵路建設計畫審議事項。 6.請研究團隊提出客觀量化的衡量的標準或指標，俾利檢視與評估本供需診斷模式軟體產出結果，俾利後續推廣。	5.期末報告中，除了田中支線案例外，並納入局部分析路線容量之案例。本軟體之設計，之所以採商用套裝軟體之規格，其目的亦在推廣應用，期能供臺鐵局以及其他單位使用。 6.已依指示提出「路塞潛勢指數」做為綜合量化指標，於期末報告書第四章以專章說明之。	同意研究單位處理情形。 同意研究單位處理情形。
會議結論		
1.經與會委員與單位代表會中討論，田中支線是合適的案例，請研究團隊應用所開發之模式進行深入分析。 2.請研究團隊於期末報告內展示應用功能、情境分析、服務計畫及案例分析成果，包含分析之輸入資料、輸出成果及相關參數。 3.本次期中報告原則審查通過，請研究團隊針對各委員及與會代表所提供意見研提具體之回應對照表，並於期末報告中妥予處理說明。	1.謝謝委員的肯定。 2.遵照辦理。 3.謝謝，遵照辦理。	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。

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		
1. 謝謝運研所研發本鐵路供需診斷模式軟體。 2. 期末報告 9.1 結論，第 5 點「於分析鐵路建設方案之路線容量時，必須同時注意其對應之運轉速率」，因路線運轉速率受路線線型、坡度等實地因素所影響，建議後續研究可考量路線環境因子，俾利更能真實反應符合實務運用之成果。 3. 報告書內容文字錯誤及文句增刪建議，如下。 (1) 第 6 頁文中所述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，其中「都市推捷運」，請修正為「都市興建捷運系統」。 (2) 第 42 頁，則以「可」路軌可提供之路線容量以及時間帶為具體	1. 謝謝肯定，希望能對臺鐵局有所助益。 2. (1) 此處之重點在說明，鐵路經常需要採取快車降速之作法，才能達到接近容量上限之密度，而車行愈密集，降速愈顯著。因此分析路線容量時，必須注意充份利用路線容量所伴隨之運轉速率降速的問題。 (2) 目前本計畫之相關模式對於路線環境因子之影響，係透過基準運轉時分反映之，此點與實務作法一致。未來直接納入環境因子之考量，確為值得探討之方向，已補充納入第九章建議事項中。 3. 已全數遵照修訂，謝謝指正。	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
代表，贅字建議刪除。 (3)第 42 頁，此二者「習習」相關，誤繕，請修正為「息息」。 (4)第 70 頁，在智慧鐵路平台主畫面按下「車站編輯」按鈕可啟動鐵路「系」編輯功能，漏字，請修正為「系統」。 (5)第 90 頁，分析「是否」建設計畫完成後，是否仍有瓶頸路段等等，贅字建議刪除。 4.報告書中分析案例引用之路線基礎資料應更新至最新狀態。 5.請提供案例分析產出之實際運行圖，以供本局進行檢視班表合理性及執行度，層面包含股道運用、過軌交叉、編組運用及其他運轉調度細節，以做為後續改善方向之建議。	4.(1)報告書圖 8.5 所示之二水站股道布設狀態，係取自該可行性研究^[29]，其股道與真實狀況確是有所出入。惟本計畫引用此案例之目的在藉由真實案例呈現本計畫所開發之技術之使用方式及可達到之分析效果。為了能夠與該可行性研究^[29]相對照，爰於本計畫採用與該可行性研究^[29]相同之股道設定。 (2)為了避免未來讀者混淆，已於本期末報告書中增加圖 8.6，顯示臺鐵行控中心面板照片。其股道布設即為正確之現況。 5.已於會後將本軟體之解衝突模式求解所得之完整班表電子檔提供臺鐵局卓參。期待臺鐵局先進提供寶貴意見，做為後續持續改善之重要指引。	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
6.有關路塞指數方面，其功能與「路線利用率」無異，難以觀察兩者之差異性，或該指數較優化之處。路塞本義係指列車運轉時隔不足，以致後方列車無法按正常行車速度運轉之義。路塞於班表規劃中乃屬非常態，故該指數以路塞二字命名，不免使人產生疑惑，應說明該指標應用於每日列車實際運行狀況，非用於班表分析。	6.(1)「路塞」一詞之本義確如委員所指正。而「路塞指數」一詞，其本義乃是借用「路塞」一詞，用以形容某鐵路系統在執行某班表時，各處發生路塞之潛在可能性。為了避免產生疑惑，爰綜合各委員意見，於本期末報告書中，統一改用「路塞潛勢指數」一詞。 (2)與路線利用率相比較，路塞潛勢指數較能考慮班表之影響。同一車站執行相同班表時，路塞潛勢指數亦較能敏感反映股道運用策略不同所帶來之影響。而快、慢車混合時，有時會造成車站的車次分布不均勻，進而影響發生路塞之機率；路塞潛勢指數亦較能反映出此種影響。以上論述已加強說明於第 4.3 節。	同意研究單位處理情形。 同意研究單位處理情形。
7.對於臺鐵路線、場站建設，往往受限於政策、都市發展、經費、用地等現況限制，未來本系統提供之規劃方向及建議，須具有實際可行性，其意義、價值無非在此。	7.(1)於各種臺鐵系統相關工程在規劃、設計之階段，臺鐵局確是經常需要與其他相關單位就都市發展、經費、用地等充份討論。能否順暢、高效率運轉，為鐵路建設方案之重要考量，但以往在相關政策方針討論評估時，對於鐵路運轉之順暢性，常不易以量化、客觀之方式衡量運轉之順暢性。 (2)本計畫定義「路塞潛勢指數」，目的在做為運轉順暢性	同意研究單位處理情形。 同意研究單位處理

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
	之指標。日後臺鐵局與相關單位進行方案討論及評估時，可將各方案之「路塞潛勢指數」與都市發展、經費、用地等各種因素，一併分析取捨，共同擬出最適當之方案。以上論述已加強說明於第 4.3 節。	情形。
本所運輸經營管理組		
旅客需求分析係臺鐵營運規劃所需，例如購車計畫之推估依據，請說明模式預測未來旅客需求之方式。	運輸需求為社會經濟活動所衍生，因此旅客需求之預測需要由社會經濟活動切入。此並不在本計畫之範疇，而本計畫所開發之技術亦無運輸需求預測之能力。	同意研究單位處理情形。
交通部路政司		
1.本計畫深表贊同。	1.謝謝肯定。	同意研究單位處理情形。
2.本部已請臺鐵推動臺鐵智慧化，包含人員、車輛調度、維修與採購，都需要有效利用。本計畫成果可提供決策參考，並協助臺鐵以數量化資料對外溝通。	2.謝謝，此亦為本計畫之重要目標，期能對臺鐵局有所助益。	同意研究單位處理情形。
3.研究受限時間與經費，後續建議運研所持續擴充與維護，以精進本鐵路供需診斷模式軟體，有助臺鐵朝向智慧化的契機。	3.已將寶貴意見納入第 9 章後續建議中。	同意研究單位處理情形。
4.建議後續針對大型計畫，如疏運或重大建設計畫之調度或營運安排，納入未來功能擴充之項目。	4.謝謝，目前本計畫所開發之各模式均已能做為這些目的之用。惟智慧鐵路平台軟體在這些方面則仍需要一些調整以增加其使	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
	用方便性。本項已納入第 9 章建議事項中。	
本所港灣技術研究中心(書面意見)		
1.報告第 46 至 50 頁顯示臺鐵 109 年 9 月 30 日真實班表分析之路塞指數，為何選 9 月 30 日(星期三)僅一天分析，其代表性為何？其他平日、假日及國定假日是否須補充分析？	1.報告書此部分旨在呈現路塞潛勢指數之應用，以及現況下之可能態樣。臺鐵局在一週七天之各天班表均不盡相同，但相差並不大。其中星期三為較具有代表性、較少特殊車次之日期。至於其他日期之路塞潛勢指數，則可由本計畫所開發之智慧鐵路平台，以線上查詢之方式，依需求查詢之。	同意研究單位處理情形。
2.報告第七章局部分析案例之假設條件全天慢車 270 列次、快車 18 列，且所有快、慢列車在所有車站均停靠，如此假設條件是否符合現況及是否有代表性？	2.本案例之目的在以一個虛擬的簡例，說明智慧鐵路平台進行局部分析之能力。此案例並不代表臺鐵或其他任何真實鐵路。有關此點已加強說明於第 7.1 節。	同意研究單位處理情形。
3.報告中圖形之橫座標、縱座標名稱及單位建議補充。	3.謝謝指正，有關易致混淆處均已補充說明。	同意研究單位處理情形。
交通部鐵道局 謝簡派正工程司金玫		
1.期中報告所提意見，於期末報告多已有補充與回應。	1.謝謝。	同意研究單位處理情形。
2.本計畫利用大數據分析技術開發包括 6 項數學模式、智慧軟體平台等，以臺鐵系統的複雜度，本軟體建立相當不容易，成果應予肯定。但更重要的是後續的管理維護與運用，才能發揮它的價值，	2.軟體之持續維護與精進確是重要方向，已納入第 9 章建議事項中。至於教育訓練等活動，將儘量配合辦理。	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
爰建議持續維護，並規劃包含運研所、臺鐵局等使用單位之教育訓練，期待可有效運用於鐵路立體化增站、機廠移設、軌道配置、雙軌化等評估檢視與輔助政策決策。		
3.建議補充加強說明本供需診斷模式與現行鐵道容量手冊之具體差異、關聯性及如何互補，以呼應報告書第九章結論建議所述，本模式軟體平台分析可與現行評估分析方法互補。	3.(1)該手冊所提出之方法適用於：所欲分析容量之路段僅有單向行車，或雖有雙向行車但兩方向列車無共同股道(如圖2.1中，型式二車站之中間股道，或型式三車站之最上方股道即為兩方向共用)，且滿足所有其他假設項目之狀況。就目前臺鐵系統而言，完全符合所有假設條件之路段並不多。而本計畫所開發之方法及軟體則具有互補能力，在無法使用該手冊進行容量分析時可用以進行所需要之容量分析。 (2)以上論述已納入第2.4節中。	同意研究單位處理情形。
4.建議將工作項目辦理座談會成果納入報告中，並補充回饋處理說明。	4.已將座談會意見整理納入本報告書附錄C。其中之意見並已做為研究之參考。	同意研究單位處理情形。
5.行政院已於108年9月27日核定「高鐵彰化站與臺鐵轉乘接駁可行性研究」，臺鐵局辦理綜合規劃作業中，計畫期程為核定後6年，有關田中支線分析案例8.1節案例說明內容請配合更新。	5.謝謝，已依此修正第8.1節相關內容。	同意研究單位處理情形。
6.以田中支線為案例分析，依臺鐵局可行性研究報告規劃方案B新	6.(1)報告書圖8.5所示之二水站股道布設狀態，係取自該可行性	同意研究單位處理

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
建支線不建議跨過縱貫線方式，班表由現行單向班距 80 分鐘縮短為 60 分鐘，本模式運轉分析結果發現支線列車交會點仍於現況濁水站，與可行性研究規劃於集集站交會點不同，說明原因為二水站僅 1 股道供支線使用，另是否係因圖 8-5 引用與可行性研究規劃方案不同所致，建議再行釐清確認。	研究^[29]，其股道與真實狀況確是有所出入。惟本計畫引用此案例之目的在藉由真實案例呈現本計畫所開發之技術之使用方式及可達到之分析效果。為了能夠與該可行性研究^[29]相對照，爰於本計畫採用與該可行性研究^[29]相同之股道設定。 (2)為了避免未來讀者混淆，已於本期末報告書中增加圖 8.6，顯示臺鐵行控中心面板照片。其股道布設即為正確之現況	情形。
7.本系統具備自動解析能力，個案分析所採之路塞指數為解析指標之一，路塞指數如圖 8-9、8-10、8-12、8-13 車站以分時呈現，圖 8-14、8-15 路段區間則為雙向全日呈現，而非以單向尖峰小時呈現，考量因素為何？是否尚具其他指標、其呈現方式？建議就各個解析指標之定義予以補充說明，提供使用者或決策者判斷參考。	7.(1)路塞潛勢指數之設計，允許以分時滾動方式觀察之。其方法是以一小時之時間窗長度，滾動式加總計入指數值，即為該車站在該時間點之路塞潛勢指數。 (2)一處車站在一整天中，最高之路塞潛勢指數(亦即最尖峰之值)，即做為代表該車站之路塞潛勢指數。 (3)以上論述已加強說明於第 4.1 節。 (4)至於分向分析則不建議，原因是臺鐵系統並無僅單向運轉之路線，而其車站中，多有雙向共用之股道(即使在雙線區間亦然)，使得兩方向列車相互影響。因此單向分析並	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
8.本案為計畫第2年，目的將以108年成果更新擴充為臺鐵全系統的供需診斷軟體，除了報告書已展現支線案例，建議於報告書中補充說明已達成全系統診斷模式的開發。	無意義。 8.謝謝提醒，已明確說明於第9.1節。	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.研究成果具體而實用，成果豐碩。	1.謝謝肯定，期待能對臺鐵局及其他相關單位有所助益。	同意研究單位處理情形。
2.無修訂建議，豐碩研究成果宜充分推展利用，以擴大其成效。	2.謝謝。	同意研究單位處理情形。
臺灣中油股份有限公司 曾處長志煌		
1.本計畫難度極高，目前的成果已具有相當的實用性，誠屬不易，值得肯定。	1.謝謝肯定。	同意研究單位處理情形。
2.臺鐵班表的產出常常極為耗時，且因為實務上的複雜度高，產出之班表常僅為一勉強的可行解，應付突發需要機動性也較小。現在有這樣的工具應很有助益，不過，下一步就是要好好的去用它。	2.謝謝，未來的應用推廣確很重要，已納入第9.2節建議事項中。	同意研究單位處理情形。
會議結論		
1.請財團法人成大研究發展基金會就各委員及各機關代表的意見，列表整理並加以回應。	1.遵照辦理。	同意研究單位處理情形。
2.本案經與會委員同意，期末報告	2.謝謝，遵照辦理。	同意研究

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
審查原則通過，請財團法人成大研究發展基金會於 109 年 12 月 25 日前提送報告書定稿，並依本案契約檢附驗收相關文件。		單位處理情形。

附錄 3、座談會意見整理

名稱：大數據分析技術進行鐵路供需診斷與策略分析(2/2)座談會暨成果發表會

時間：109 年 11 月 26 日下午 14:30

地點：交通部運輸研究所

主席：許組長書耕(賴副組長威伸代)

出席者：如簽到表

意見整理：

1. 模式及軟體

- (1) 本軟體已具備基本之實用能力，建議實務單位多參與並引進使用。
- (2) 未來可考慮納入始發站發車能力之容量評估。
- (3) 建議設計更貼近鐵路機構業務之軟體功能，並儘量簡化操作方法。
- (4) 軟體具有基本資料管理使用功能符合真正應用所需，但應注意資料之更新。

2. 路塞潛勢指數

- (1) 此指數之定義與鐵路運轉之路塞並不相同，建議其名稱避免混淆。
- (2) 與路線利用率相較，此指數更能呈現班表對運轉之影響，並可避免路線利用率超過 100%仍能維持運轉之疑惑。
- (3) 鐵路運轉實務人員以其專業知識及經驗已可判斷各種不同工程方案對運轉之可能影響，但此指數除可提供客觀、數量化之衡量外，並有助鐵路機機與其他單位討論及溝通。

大數據分析技術進行鐵路供需診斷與策略分析(2/2)

座談會暨成果發表會

簽到單

時間：中華民國 109 年 11 月 26 日(星期四)下午 2 時 30 分

地點：交通部運輸研究所 7 樓會議室(運輸規劃科技研究室)

主持人：張威仁

出席		簽名
交通部臺灣鐵路管理局	朱副局長來順	朱來順
台灣中油股份有限公司	曾處長志煌	曾志煌
財團法人中華顧問工程司	陳執行長茂南	陳茂南
交通部路政司		請假
國家發展委員會		
交通部臺灣鐵路管理局		洪龍和 余挺豪 葉宗翰
交通部鐵道局		鄭新政 陳聖和 張新益

大數據分析技術進行鐵路供需診斷與策略分析(2/2)
座談會暨成果發表會
簽到單

出席	簽名
桃園大眾捷運股份有限公司	李仁寬 戴延瑞
台灣高速鐵路股份有限公司	曹天爵 陳筱薇 鄭佩怡 曾昭堂 魏開元
交通部運輸研究所	賴威中 林昭榮 陳佩蓉
財團法人成大研究發展基金會	李宇欣

ISBN 978-986-531-316-6



9 789865 313166

GPN : 1011000959

定價 180 元