

111-057-2321
IOT-110-EC005

鐵路系統供需診斷模式軟體之 維護與擴充及策略分析(1/2)



交通部運輸研究所

中華民國 111 年 7 月

111-057-2321
IOT-110-EC005

鐵路系統供需診斷模式軟體之 維護與擴充及策略分析(1/2)

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 111 年 7 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

鐵路系統供需診斷模式軟體之維護與擴充及策略分析(1/2)/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 : 交通部運研所, 民 111.07

面 ; 公分

ISBN 978-986-531-425-5 (平裝)

1. CST: 鐵路管理 2. CST: 運輸規劃 3. CST: 運輸系統

557.23

111011376

鐵路系統供需診斷模式軟體之維護與擴充及策略分析(1/2)

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 111 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：150 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 臺中市區中山路 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：1011101096 ISBN：978-986-531-425-5 (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：鐵路系統供需診斷模式軟體之維護與擴充及策略分析(1/2)			
國際標準書號(或叢刊號) ISBN 978-986-531-425-5 (平裝)	政府出版品統一編號 1011101096	運輸研究所出版品編號 111-057-2321	計畫編號 110-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 110 年 2 月 至 110 年 11 月	
關鍵詞：鐵路、最佳化、運轉資源、整數規劃、供給需求			
<p>摘要：</p> <p>本計畫之目的在維護及擴充前期鐵路系統供需診斷模式軟體，另為簡化操作與降低學習門檻，研發智慧鐵路平臺進行專案分析，以強化精進該系統分析鐵路建設策略方案之能力。智慧鐵路平臺有能力整合鐵路客運需求及供給以進行方案之診斷與分析，同時亦能產出「路塞潛勢指數」，用以評估各鐵路方案，在各種不同情境下，未來可能的運轉狀況。本計畫擴充智慧鐵路平臺，進一步容納鐵路車輛與乘務人員 2 種關鍵性的運轉資源。交通部正積極推動鐵路相關建設計畫，以實現環島快鐵之目標，預期將鐵路環島時間縮短一半，達到 6 小時之水準。本計畫擴充智慧鐵路平臺之後，將可成為環島快鐵政策相關計畫與方案之重要分析工具。</p>			
出版日期	頁數	定價	本 出 版 品 取 得 方 式
111 年 7 月	138	150	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：本計畫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 : Maintenance and Expansion of the Railway Supply and Demand Diagnosis Model Software and Strategy Analysis (1/2)			
ISBN(OR ISSN) ISBN 978-986-531-425-5 (pbk.)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1011101096	IOT SERIAL NUMBER 111-057-2321	PROJECT NUMBER 110-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 2021 TO November 2021
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 focuses on the maintenance and extension of the Intelligent Railway Platform (IRP), which was developed in an earlier, related project. The goal is to enhance the ability of IRP in analyzing railway construction projects. The Platform can integrate passenger demand and supply to diagnose and analyze railroad scenarios, and also to generate a Railway Congestion Potential Index under given scenarios by integrating rail transportation supply and demand. In addition, this project also incorporates rail vehicles and crew into the IRP. The Ministry of Transportation and Communication is now actively implementing a number of railway construction projects, in order to half the travel time to encircle the island, to a max of 6 hours. The expansion of the IRP will serve as an important assessment tool in achieving this goal.			
DATE OF PUBLICATION July 2022	NUMBER OF PAGES 138	PRICE 150	
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

目 錄

目 錄.....	III
圖 目 錄.....	V
表 目 錄.....	VII
第一章 緒論.....	1
1.1 前言.....	1
1.2 計畫目的及研究範圍.....	2
1.3 計畫架構.....	3
1.4 本報告書結構.....	3
第二章 文獻回顧.....	5
2.1 前期研究成果.....	5
2.2 服務計畫與列車自動排點.....	8
2.3 UIC 班表壓縮法.....	9
2.4 運輸政策白皮書.....	9
2.5 臺灣鐵道容量手冊.....	9
第三章 臺鐵人力資源資料.....	13
3.1 機班人員排班規則.....	13
3.2 機班人員工作班資料.....	15
3.3 車班人員排班規則.....	18
3.4 車班人員工作班資料.....	19
第四章 臺鐵車輛資源資料.....	23
4.1 現有車輛.....	23
4.2 新購車輛.....	26
4.3 預定淘汰車輛.....	28
4.4 車輛維修規定.....	29
4.5 車輛編組運用計畫.....	31
4.6 機車運用計畫.....	35
4.7 基地維修能力.....	37
第五章 鐵路線資源資料.....	39
5.1 路線及車站.....	39
5.2 站間股道配置.....	40

5.3	車站股道配置.....	42
5.4	基準運轉時分.....	44
5.5	車站慣用月台及股道.....	45
第六章	鐵路建設資料.....	47
6.1	桃園都會區鐵路地下化計畫.....	47
6.2	大臺中地區山海線計畫.....	51
6.3	嘉義縣市鐵路高架化計畫.....	51
6.4	彰化市鐵路高架化計畫.....	55
6.5	宜蘭縣鐵路高架化計畫.....	55
6.6	花東地區鐵路雙軌電氣化計畫.....	56
6.7	北宜鐵路提速工程計畫(含高鐵延伸宜蘭)規劃作業.....	60
6.8	基隆南港間通勤軌道建設計畫.....	60
第七章	鐵路供需分析.....	63
7.1	基本概念.....	63
7.2	鐵路運轉分析.....	64
7.3	路線容量分析.....	67
7.4	班表壓縮法基本概念.....	68
7.5	班表壓縮法與自動解衝突技術之結合.....	71
7.6	班表壓縮法之優點.....	74
7.7	班表壓縮法之應用方法.....	77
第八章	案例分析.....	81
8.1	軟體工具簡介.....	81
8.2	花東地區鐵路雙軌電氣化計畫分析.....	84
8.3	桃園都會區鐵路地下化計畫分析.....	87
8.4	嘉義縣市鐵路高架化計畫分析.....	94
8.5	基隆南港間通勤軌道建設計畫分析.....	95
8.6	2030 服務計畫供需分析測試.....	98
第九章	結論與建議.....	103
9.1	結論.....	103
9.2	建議.....	105
	參考文獻.....	107
	附錄 1、期中報告審查意見處理情形表.....	111
	附錄 2、期末報告審查意見處理情形表.....	119

圖目錄

圖 1.1 本計畫架構圖.....	3
圖 2.1 鐵路供需模式系統圖.....	6
圖 2.2 臺鐵路塞潛勢指數診斷結果.....	8
圖 2.3 臺灣鐵道容量手冊之 4 種股道布設型式	11
圖 3.1 機班人員工作班示例.....	17
圖 3.2 臺北車班組工作班示例 1.....	21
圖 3.3 臺北車班組工作班示例 2.....	22
圖 4.1 EMU3000 型列車編組圖.....	27
圖 4.2 EMU900 型列車編組圖.....	27
圖 4.3 電力機車.....	27
圖 4.4 柴電機車.....	27
圖 4.5 支線列車.....	27
圖 4.6 臺鐵編組運用示例 1.....	32
圖 4.7 臺鐵編組運用示例 2.....	33
圖 4.8 臺鐵編組運用示例 3.....	34
圖 4.9 臺鐵編組運用示例 4.....	34
圖 4.10 南迴線莒光號 701 車次時刻表	35
圖 4.11 機車運用示例.....	36
圖 5.1 清水=沙鹿股道配置圖	40
圖 5.2 福隆=貢寮股道配置圖	40
圖 5.3 汐止=汐科股道配置圖	40
圖 5.4 北新竹=新竹股道配置圖	41
圖 5.5 新埔=通霄股道配置圖	41
圖 5.6 基隆=三坑股道配置圖	41
圖 5.7 中央號誌=古莊股道配置圖	42
圖 5.8 員林站股道配置圖.....	42
圖 5.9 臺北站股道配置圖.....	43
圖 5.10 二結站股道配置圖.....	43
圖 5.11 保安站股道配置圖.....	43
圖 5.12 社頭站股道配置圖.....	44
圖 5.13 大山站股道配置圖.....	44
圖 6.1 桃園都會區鐵路地下化計畫路線示意圖	48
圖 6.2 桃園都會區鐵路地下化計畫綜合規劃報告封面	48
圖 6.3 桃園都會區鐵路地下化計畫各車站月台股道建議配置	48
圖 6.4 桃園都會區鐵路地下化計畫鶯歌站股道配置圖	50

圖 6.5	桃園都會區鐵路地下化計畫桃園站股道配置圖	50
圖 6.6	桃園都會區鐵路地下化計畫內壢站股道配置圖	50
圖 6.7	桃園都會區鐵路地下化計畫中壢站股道配置圖	51
圖 6.8	嘉義市區鐵路高架化計畫綜合規劃報告封面	51
圖 6.9	嘉義市區鐵路高架化計畫工程範圍示意圖 1	52
圖 6.10	嘉義市區鐵路高架化計畫工程範圍示意圖 2	53
圖 6.11	嘉義市區鐵路高架化計畫嘉北站股道配置圖.....	53
圖 6.12	嘉義市區鐵路高架化計畫嘉義站股道配置圖	54
圖 6.13	嘉義市區鐵路高架化計畫北回站股道配置圖	54
圖 6.14	嘉義市區鐵路高架化計畫嘉義調車場股道配置圖	55
圖 6.15	北湖站、新富站及連接富岡基地之股道配置圖	55
圖 6.16	花東地區鐵路雙軌電氣化計畫建設計畫封面	56
圖 6.17	花東地區鐵路雙軌電氣化計畫吉安站股道配置圖	56
圖 6.18	花東地區鐵路雙軌電氣化計畫志學站股道配置圖	57
圖 6.19	花東地區鐵路雙軌電氣化計畫平和站股道配置圖	57
圖 6.20	花東地區鐵路雙軌電氣化計畫壽豐站股道配置圖	57
圖 6.21	花東地區鐵路雙軌電氣化計畫大富站股道配置圖	57
圖 6.22	花東地區鐵路雙軌電氣化計畫富源站股道配置圖	57
圖 6.23	花東地區鐵路雙軌電氣化計畫玉里站股道配置圖	58
圖 6.24	花東地區鐵路雙軌電氣化計畫東里站股道配置圖	58
圖 6.25	花東地區鐵路雙軌電氣化計畫東竹站股道配置圖	58
圖 6.26	花東地區鐵路雙軌電氣化計畫富里站股道配置圖	58
圖 6.27	花東地區鐵路雙軌電氣化計畫池上站股道配置圖	58
圖 6.28	花東地區鐵路雙軌電氣化計畫關山站股道配置圖	59
圖 6.29	花東地區鐵路雙軌電氣化計畫瑞和站股道配置圖	59
圖 6.30	花東地區鐵路雙軌電氣化計畫瑞源站股道配置圖	59
圖 6.31	花東地區鐵路雙軌電氣化計畫鹿野站股道配置圖	59
圖 6.32	花東地區鐵路雙軌電氣化計畫山里站股道配置圖	59
圖 6.33	花東地區鐵路雙軌電氣化計畫康樂站股道配置圖	59
圖 6.34	花東地區鐵路雙軌電氣化計畫知本站股道配置圖	60
圖 6.35	基隆南港計畫研究範圍.....	60
圖 6.36	基隆南港計畫建議方案 1.....	61
圖 6.37	基隆南港計畫建議方案 2.....	61
圖 7.1	鐵路供需分析及運轉分析示意圖	63
圖 7.2	鐵路運轉分析架構圖.....	66
圖 7.3	UIC406 法基本概念示意圖.....	69
圖 7.4	圖班表壓縮調整交會待避點示意圖	72
圖 7.5	UIC 文件建議車站壓縮方法示意圖.....	72

圖 7.6 班表壓縮法流程圖.....	73
圖 7.7 臺鐵七堵=樹林真實班表壓縮結果	74
圖 7.8 保安站與二結站股道配置圖.....	75
圖 7.9 車種組完全相同而路線容量不同之簡例	75
圖 7.10 以班表壓縮法進行班表調整流程	79
圖 8.1 智慧鐵路平臺架構示意圖.....	81
圖 8.2 智慧鐵路平臺登入畫面.....	82
圖 8.3 智慧鐵路平臺主工作畫面.....	82
圖 8.4 智慧鐵路平臺車站股道編輯工作畫面 1	83
圖 8.5 智慧鐵路平臺站間股道編輯工作畫面 2	83
圖 8.6 智慧鐵路平臺路網工作畫面.....	84
圖 8.7 臺東線現況路網.....	84
圖 8.8 臺東線現況班表運行圖.....	85
圖 8.9 臺東線壓縮後班表運行圖.....	85
圖 8.10 臺東線全線雙線化後現況班表壓縮運行圖	86
圖 8.11 臺東線全線雙線化後現況班表壓縮路塞潛勢指數.....	87
圖 8.12 桃園都會區鐵路地下化分析範圍	88
圖 8.13 七堵=新竹現況班表運行圖	89
圖 8.14 七堵=新竹現況班表壓縮運行圖(現況路軌).....	89
圖 8.15 桃園都會區鐵路地下化三軌區間運行方向情境 1	89
圖 8.16 桃園都會區鐵路地下化三軌區間運行方向情境 2	89
圖 8.17 桃園鐵路地下化工程完工後之無衝突班表運行圖	90
圖 8.18 七堵=新竹現況班表壓縮運行圖(完工後路軌).....	91
圖 8.19 七堵=新竹現況班表壓縮運行圖(鶯歌=鳳鳴=桃園無 3 軌).....	91
圖 8.20 現況班表對應桃園鐵路地下化情境 1 之路塞潛勢指數	92
圖 8.21 現況班表對應現況路軌路塞潛勢指數	93
圖 8.22 嘉義縣市鐵路高架化計畫分析範圍及工程範圍	94
圖 8.23 基隆南港間通勤軌道建設計畫工程情境示意圖	95
圖 8.24 基隆南港間通勤軌道建設計畫分析範圍	96
圖 8.25 桃園=雙溪現況班表運行圖	96
圖 8.26 桃園=雙溪現況班表壓縮運行圖(現況路軌).....	97
圖 8.27 桃園=雙溪現況班表壓縮運行圖(完工後路軌).....	97
圖 8.28 城際列車 2030 年規劃.....	98
圖 8.29 區間列車 2030 年規劃.....	99
圖 8.30 2030 年測試班表(七堵=樹林路段).....	100
圖 8.31 以 2030 年測試班表之乘客模擬結果起迄熱圖(基隆=新竹部分)	101
圖 8.32 2030 年測試班表之乘客模擬結果基隆=新竹北上全日運量 ...	102

圖 8.33 2030 年測試班表之乘客模擬結果基隆=新竹南下全日運量 ... 102

表目錄

表 3-1 臺鐵機務段及轄區表	14
表 3-2 臺鐵機務段及轄區表	19
表 4-1 臺鐵各型機車配置表	23
表 4-2 臺鐵電力機車配置表	23
表 4-3 臺鐵柴電機車配置表	24
表 4-4 臺鐵柴液機車配置表	24
表 4-5 臺鐵電聯車配置表	24
表 4-6 臺鐵柴油客車配置表	25
表 4-7 臺鐵客車數量表	26
表 4-8 新購車輛配置及運用原則	28
表 4-9 臺鐵車輛汰換輛數規劃	29
表 5-1 臺鐵路線及車站數	39
表 6-1 桃園都會區鐵路地下化計畫相關各車站資訊	49
表 6-2 嘉義市區鐵路高架化計畫各車站資訊	53
表 8-1 桃園都會區鐵路地下化計畫各情境綜合整理	92
表 8-2 基隆南港間通勤軌道建設計畫容量分析綜合整理	97

第一章 緒論

1.1 前言

前瞻基礎建設特別條例業於 106 年 7 月 7 日由總統公布施行，其中前瞻軌道建設涵蓋高鐵臺鐵連結成網、臺鐵升級及改善東部服務、鐵路立體化或通勤提速、都市興建捷運系統及中南部觀光鐵路五大推動主軸，第 2 期行政院編列 411.87 億元，重點項目包含辦理花東鐵路雙軌化、新竹大車站平臺等計畫。此外，交通部已規劃推動西部高鐵、東部快鐵，預期鐵路系統將成為重要的公共運輸運具。爰此各種工程方案之評估、臺鐵目前之運轉型態如何配合調整、所需要之車輛規模、乘務人力、乃至於車輛基地之配置，均需要同步規劃，及早因應。

前瞻基礎建設為我國正推動中之重大政策，而鐵路相關工程在其中占有相當之比重。這些鐵路相關工程大都與臺鐵系統相關，且許多政策之研擬、工程方案之評估，均涉及鐵路之運轉。然而受到分析工具之限制，目前大部分鐵路運轉相關分析均將鐵路系統切割成為單點、個別車站、單方向、或僅含有少數車站之小路段為範圍個別進行分析，缺乏整體性之鐵路運轉分析。鐵路列車運行距離常達數百公里以上，使得鐵路系統各處無法分割而環環相扣。臺鐵系統二行車方向未完全區隔，亦使得任何僅考慮單一行車方向之運轉分析，難以避免有誤導之風險。

爰此，片段式之個別分析往往難以在分析模式中整體考量運轉狀況之真實全貌，亦難以分析工程方案對臺鐵系統所產生之整體影響，亦難以評估不同工程間之相互影響。交通部運輸研究所(以下簡稱本所)已於 108、109 年辦理大數據分析技術進行鐵路供需診斷與策略分析之研究計畫，開發可用之鐵路系統供需診斷核心技術及實做軟體，另為利使用者操作並完成「智慧鐵路平臺」。本年度進行本軟體之維護及功能擴充，並運用計畫成果進行策略分析，對前瞻基礎建設以及

其他鐵路運轉相關方案之進行實做分析，俾利本軟體可做為協助本所政策研擬及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。

1.2 計畫目的及研究範圍

本計畫之目的在維護及擴充鐵路系統供需診斷模式軟體，並用以進行策略分析，以期協助交通部及相關單位進行政策研擬與方案分析。計畫將結合本所過去累積之相關研究成果，開發可整合過去歷史資料與最新軌道基礎建設資料之平臺，納入軌道車輛及乘務人員 2 項重要運轉資源、精進臺鐵系統列車營運評估之方法、更新擴充供需診斷軟體之功能，以做為協助政策研擬及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。

本計畫主要研究範圍如下：

1. 蒐集臺鐵現有各型車輛之數量、配置狀況、基準運轉時分、並予以系統化整理建檔。
2. 蒐集整理臺鐵現行列車運轉相關資料，包含(1)蒐整各型車輛之維修規定及車輛基地維修能力相關資料。(2)蒐集相對應之臺鐵全系統班表、車輛編組運用計畫、機班人員工作班、車班人員工作班至少一組，並予統整。(3)分析臺鐵現況人、車、路運轉資源之運用狀況。
3. 蒐集最新鐵路建設資料，包含路線規劃、站間股道配置概況等。
4. 以臺鐵系統為範疇，建立可科學化整體分析鐵路系統投入運轉資源與運能產出之系統化方法，並據以擴充鐵路系統供需診斷模式軟體之功能，進行情境分析，並研提政策建議。

1.3 計畫架構

本計畫含有軟體及策略分析 2 項主軸。其中軟體可分為軟體之維護與擴充，而策略分析則包含了鐵路建設資料之蒐整、東部快鐵策略之分析、以及臺鐵現況人、車、路運轉資源之運用狀況分析。

在軟體之維護，本計畫除了持續蒐整每日班表及售票紀錄外，並蒐集臺鐵站間股道配置概況，以及基準運轉時分資料，並適當併入智慧鐵路平臺中做為模式演算之用。而軟體之擴充，則在前期成果為基礎，擴充鐵路車輛、乘務人員之資料處理能力及相關分析能力。本計畫之整體架構如圖 1.1 所示。

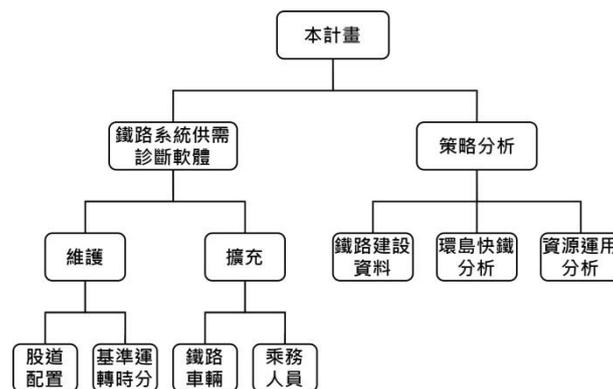


圖 1.1 本計畫架構圖

1.4 本報告書結構

本報告書結構包含第一章敘述計畫背景；第二章回顧相關文獻；第三章蒐整臺鐵機班與車班人員排班規則與工作班資料；第四章蒐整臺鐵車輛資源、維修與編組運用等資料；第五章蒐整臺鐵路線、車站、站間股道配置及車站慣用月臺與股道等資料；第六章蒐整鐵路建設計畫資料；第七章說明鐵路供需診斷模式軟體之供需分析，及導入班表壓縮法及應用方法；第八章進行案例分析；最後第九章為結論與建議。

第二章 文獻回顧

2.1 前期研究成果

本所已於 108^[1]、109^[2]年完成辦理大數據分析技術進行鐵路供需診斷與策略分析之研究計畫。該計畫之主要成果簡要綜合整理如下。

1. 供需體系分析

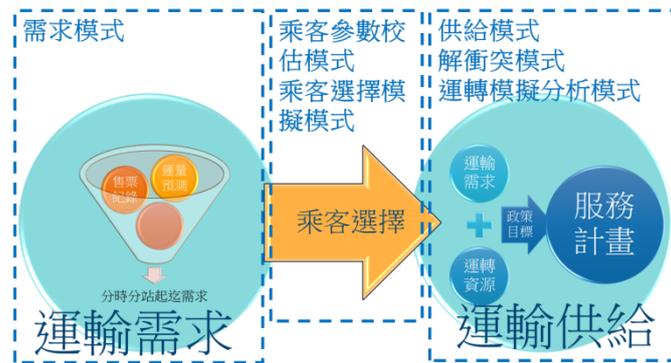
前期計畫經深入分析，將整個體系分為鐵路運能之產生、運能之需求、以及經乘客選擇而將運能轉化成為旅行效用，即指出客運鐵路系統之運輸需求、運輸能力供給以及乘客選擇行為構成運輸能力由需求、生產、到消費的主要環節，同時釐清鐵路系統整體供需能由需求模式、供給模式、乘客選擇行為模擬模式、乘客選擇參數校估模式、解衝突模式及系統運轉模擬模式等 6 項不同數學模式之組合，有系統而抽象化描述之。

2. 主要數學模式

圖 2.1 為鐵路供需模式系統圖，可將整個運能供需體系予以分割並抽象化成為 6 項模式如下。

- (1) 需求模式：利用數據方法結合運輸規劃之預測資料以及過往售票紀錄，推估未來目標年期需求之高解析度 OD 矩陣，做為供給模式做為最主要輸入資料。
- (2) 供給模式：使用高解析度 OD 矩陣以求解適當之服務計畫。
- (3) 乘客選擇行為模擬模式：以系統模擬方法呈現多數乘客進行鐵路旅行時之選擇行為，以及多數乘客間之相互影響。
- (4) 乘客選擇參數校估模式：使用大數據方法結合最佳化技術，以推估乘客進行選擇行為時之價值取向參數。
- (5) 解衝突模式：自動排除服務計畫中之衝突而得到無衝突班表。

(6) 系統運轉模擬模式：評估班表之運轉狀況，並計算路塞潛勢指數。



資料來源：大數據分析技術進行鐵路供需診斷與策略分析(2/2) [2]

圖 2.1 鐵路供需模式系統圖

3. 數據蒐集整理

釐清 6 項模式所需要輸入、以及所產出之數據及各種數據之內容，並將多種數據予以組織化、一致化，整合到同一軟體平臺中。主要數據包括臺鐵之每日全線班表、售票紀錄、車站間分時起迄資料、臺鐵之路軌資料等。所開發之技術並可精準描述臺鐵全線任何型式之股道佈設，供解衝突模式精準排點之用。

4. 軟體平臺

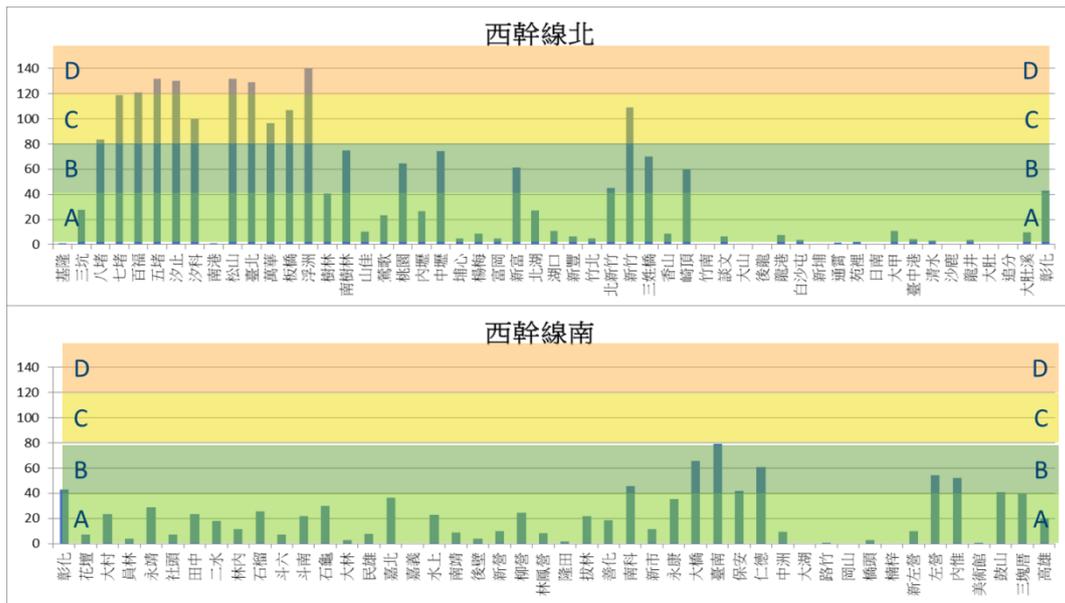
該計畫完成所有模式之實作成為引擎，並建置軟體平臺以整合所有模式引擎、數據，成為完整之軟體系統。其架構具有積木式擴充之能力，可隨後續新模式之開發、新數據之加入而擴充。平臺並具有引擎求解管理模組，於多數使用者同時使用時可自動協調、平衡求解負載。其圖形化操作介面亦經妥善設計以提供高品質之使用者體驗。

5. 路塞潛勢指數

該計畫研擬「路塞潛勢指數」，為可用以評估鐵路運轉狀況之綜合指數。傳統之路線利用率僅考慮一定時間內之車次數量而無法考慮班表，路塞潛勢指數除了考慮路線之容量與車次數量之外，並進一步考慮班表以及列車運用股道之狀況對容量乃至於運轉狀況之影響，可用以真實評估給定之班表在給定之路軌上運轉之可能狀況。

路塞潛勢指數之計算方法，是對所分析之鐵路系統、班表、及所分析之車站，依班表之行點取先後使用同一股道之前後列車之間的時隔。若先後二列車在該站均有停靠，則指數計入不足 15 分鐘的部分；若其中一列車未停靠，則指數計入不足 11 分鐘的部分；若二列車均未停靠，則指數計入不足 7 分鐘的部分。完成先後兩兩車次間之指數計算後，再以 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指數。

同時該指數可對鐵路全系統進行整體性之評估，可避免因人為切割、分段評估而產生誤導之結果。該計畫將路塞潛勢指數分為 A 至 F 共計 6 級，可用於進行真實鐵路系統運轉狀況之診斷，以及各種虛擬情境、方案之運轉評估。圖 2.2 以臺鐵西幹線真實資料為例進行診斷計算所得之路塞潛勢指數。七堵至樹林間之最擁擠路段，以及臺南沙崙線對西幹線之影響均清晰可見。



資料來源：大數據分析技術進行鐵路供需診斷與策略分析(2/2) [2]

圖 2.2 臺鐵路塞潛勢指數診斷結果

2.2 服務計畫與列車自動排點

前述 6 項模式各屬不同之領域。其中與供給模式以及解衝突模式相關之公開文獻相對較多。供給模式之主要目的在求解服務計畫。由於求解障礙相對較低，在過往文獻中此方面之研究以求解規格化班表者較多，如 Goossens 等學者^[3]以多元商品流動問題(Multiple commodity flow problem)為基礎所建立之網路模式，以及 Cordone 與 Redaelli^[4]以羅吉特模式(Logit model)為基礎之模式即屬本類。晚近則有 Wang 等學者^[5]針對長度超過 1,500 公里之超長高鐵系統，開發網路模型以求解其服務計畫。此外 Zhou 等學者^[6]則以整數規劃模式描述鐵路服務計畫問題，同時並考慮服務計畫中列車衝突之避免。

鐵路班表之解衝突為自動排點技術之基石。其中最早期研究成果為 Frank 於 1966 年提出之模式^[7]。之後 Carey 及其團隊之系列研究^[8-12]亦獲得相當之成果。首先接近臺鐵實用能力之模式則為 Lee 與 Chen^[13]之模式，可成功求解臺鐵臺東線之真實班表。此外亦有部分研

究^[14-17]將問題限縮於規格班表，以有效簡化問題而達到求解之目的。較晚近之成果^[18]則嘗試以整數規劃模式求解在給定之背景班表中插入新增車次之方法。此主題與本所 2011 年完成之研究^[19]相接近。

2.3 UIC 班表壓縮法

鐵路路線容量之評估為一重要課題。目前國際上最廣用之方法為 UIC(International Union of Railways)於 2004 年^[20]所提出來的的方法，該機構並於 2013 年發布更新版本^[21]。本計畫即以此為基礎，接軌國際方法並予以本土化成為適合臺鐵系統使用之路線容量評估方法。由於其重要性，本報告書將此文獻之回顧及其本土化於第七章深入說明之。

2.4 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^[22] (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，充份顯示鐵路運輸系統對國家之重要性以及廣大之影響範圍。

運輸政策白皮書不但明確指出「展望未來，鐵道產業自動化、智慧化趨勢已成必然」之未來方向以及「建置智慧化車用及乘務員排班系統，並提升電腦排點系統」之行動方案，並且在數項議題中指出我國亟需強化整體路網規劃與評估工具；而此正與本計畫之方向相呼應。

2.5 臺灣鐵道容量手冊

臺灣鐵道容量手冊^[23]計分為基礎篇、傳統暨區域鐵路篇以及都會捷運系統篇等 3 篇。於其基礎篇之第 2.3.1 節說明了其路線容量之概

念，係「將鐵路路線想像成一條輸水管」，認為「最瓶頸處將決定整條路線的容量」(手冊^[23]第 2-9 頁)。手冊並未進一步提供論述或參考資料，說明為何可將流體流動之現象延伸應用於鐵路、是否有先決條件限制等。

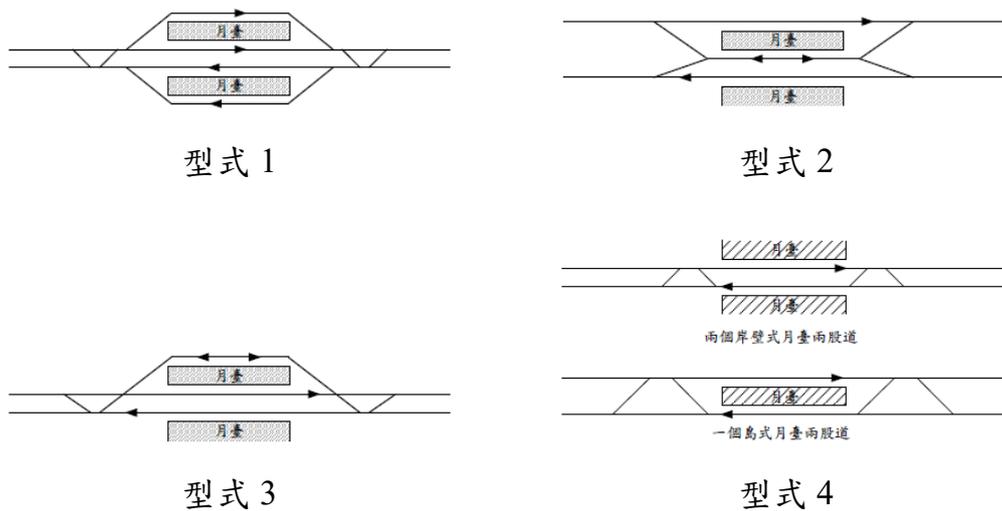
手冊之傳統暨區域鐵路篇與本計畫最為相關。該手冊將鐵路之容量分析區分為「單區段」與「連續區段」2 種不同之類型，各以不同方法分析其容量。其中單區段之路線容量分析為：(1)先決定欲分析容量之點，稱之為「參考點」(手冊第 2.1.2 節)，之後(2)計算列車通過該參考點之平均時隔(手冊第 2.1.3 節)。最後以二者相除即可推得在完全不考慮鐵路其他路段相互影響狀況下，每小時可通過該參考點之列車數。

手冊於該篇第三章介紹連續區段之容量分析方法。於該章(手冊^[23]第 3-1 頁)並指出「在基礎篇第二章中曾以輸水管來比喻路線容量的概念，而本模式即是以此為基礎來發展」。本章所謂連續區段指含有數處車站以及站間之路段。本章第 3.1 節說明複線連續區段之容量分析模式，第 3.2 節則說明單線連續區段之容量分析模式，二者之分析流程並不相同。應用時必須同時滿足以下所有條件：

1. 路段中無分岔(例如支線由本線岔出之狀況)。
2. 所有列車均行經所有區段，亦即無發車、收車、折返等狀況。
3. 於複線區段，不考慮同一股道允許雙向運轉之狀況。
4. 所有車站均具有待避功能。
5. 所有車站之股道佈設均為圖 2.3 所示四種型式其中之一。
6. 該路段完全不受鐵路系統中其他路段之影響。
7. 列車運行過程中無最長停等時間之限制。

該手冊對於路線容量之分析僅限於圖 2.3 所示之 4 種型式。而其中型式 2 及型式 3 均含有雙向共用之股道，亦即型式 2 之中央股道以

及型式 3 之最上方股道，由 2 個方向的列車共用。在僅考慮單一運行方向之必備假設下，如何在分析的時候避免 2 個方向各自完全使用這種雙向股道之全部容量，或如何在分析時指定兩行車方向各自可使用雙向股道之容量比例；對分析結果之影響，雙向同時分析與各自獨立分析結果是否有差異等，則未在手冊中說明。



資料來源：臺灣鐵道容量手冊^[23]

圖 2.3 臺灣鐵道容量手冊之 4 種股道布設型式

第三章 臺鐵人力資源資料

3.1 機班人員排班規則

臺鐵局機班人員屬於機務系統，其任務以隨車駕駛列車為主，擔任機車長、司機員、機車助理、駕駛助理等職務。機班人員為臺鐵系統中最重要之乘務人員之一。由於工作性質，機班人員必須配合系統之營業時間以輪班之方式值勤。在值勤之過程中則隨著車輛之運行而移動其所在位置。

臺鐵局編排機班人員工作班時，所依據之規章為「交通部台灣鐵路管理局動力車乘務員勤務時間排班須知」^[24]，該須知於 105 年 12 月 19 日鐵人二字第 1050040648 號函、北市府 12 月 5 日北市勞資字第 10546172800 號函經臺北市政府同意核備。該須知計有 8 條，大要說明如下。

須知第一條定義適用對象為動力車乘務員，並分為機車長、司機員、機車助理、駕駛助理 4 類。第二條規範該須知之適用範圍涵蓋了動力車乘務員絕大部分工作項目之工作時間。

須知第三條則定義動力車乘務員之工作時間可分為乘務時間、一般時間及調車時間三種，並規範各種時間之計算方式。其中乘務時間指列車由始發站開車至到達終點站之實際運轉時間，以及車次變更停留時間，一般時間指開車前之整備時間、列車到達後之整備時間，而調車時間則計列為一般時間，但實動時間達規定時間三分之二以上時按乘務時間計列。

須知第四條明訂每工作班之平均工作時間以 6 時 40 分為原則，內含十分鐘做為訓練時間。若是調車工作班則以每日 8 小時為原則。同時定義每日平均工作時間等於一輪班總工作時間除以總班數之後，乘上 6 分之 7 再加 10 分鐘。此公式為整套排班規則中最重要之基本公式。

須知第五條則規定了動力車乘務員之排班要點，如單人駕駛時連續乘務距離不得超過三百公里、雙人勤務時不得超過四百五十公里等，共有 13 項。須知第六條明訂因天災事變或突發事件機班人員之工作時間及報酬規定，其中含有延長工時工資、因天災事變或路線中斷而變更既定工作班時之乘務時間計算方式等，共計 5 項。須知第七條則規範配合業務需要而臨時變更工作班或預備機班派值乘班車等狀況之工作時間計算方式及其他規則，共計有 7 項。須知第八條為其他，規範了動力車乘務員請假、休假、換班及其他事宜，共計有 7 項。

臺鐵路線複雜而特殊狀況多，為了使司機員能熟稔路線，該局對於司機員之任務指派採用轄區制，亦即在全系統 13 處機務段、機務分段及機分駐所，各編配其機班，亦各有其轄區，整理如表 3-1 所示。然而配合實際需求，轄區又多有重疊。本計畫展開後擬對此深入釐清之。

表 3-1 臺鐵機務段及轄區表

機務段	乘務轄區
宜蘭機務分段	樹林調車場=八堵、八堵=蘇澳、蘇澳新=花蓮
七堵機務段	基隆=彰化、八堵=蘇澳、蘇澳新=花蓮、三貂嶺=菁桐、瑞芳=八斗子
臺北機務段	基隆=竹南、竹南=苗栗、八堵=蘇澳、蘇澳新=花蓮
新竹機務段	基隆=嘉義、新竹=六家、竹中=內灣
南新竹機務分駐所	基隆=嘉義、新竹=六家、竹中=內灣
苗栗機務分駐所	基隆=苗栗=彰化
彰化機務段	基隆=高雄、竹南=彰化、臺中港=臺中港貨、高雄=潮州基地
二水機務分駐所	新竹=二水=嘉義、竹南=二水、二水=車埕
嘉義機務段	新竹=高雄、竹南=彰化、高雄=潮州基地
高雄機務段	彰化=高雄、高雄=枋寮、枋寮=臺東
左營機務分段	彰化=高雄、高雄=枋寮、枋寮=台東、中洲=沙崙
花蓮機務段	樹林調車場=八堵、八堵=蘇澳、蘇澳新=花蓮、北埔=花蓮港、花蓮=台東
臺東機務分段	花蓮=台東、枋寮=台東、高雄=枋寮、新左營=高雄

資料來源：臺鐵局

3.2 機班人員工作班資料

臺鐵局機班人員運用計畫之編擬，係分 2 階段完成。於運務處完成排點作業以及編組運用計畫作業之後，所有車輛運行之計畫即告確定。之後由機務處進行機車運用以及機班工作班之規劃，其中後者之目的即在編擬執行班表所需要之工作班。機務處在編據機班人員工作班時，必須滿足下列條件：

1. 符合「交通部台灣鐵路管理局動力車乘務員勤時間排班須知」之所有規定。
2. 所有車次均須安排適當之人力值勤。
3. 所需之人力不超過可用人力資源。

機務處完成機班人員工作班之編擬之後，即通知各機務段所負責之工作班，再由各段接手進行司機員輪值及派班作業。本計畫將在後續工作階段中取得機班人員工作班至少 1 組並予統整。

在臺鐵行政架構中，機班人員與鐵路車輛一併歸屬機務系統，而其單位稱為機班。機班人員在列車上執勤時，所擔任之職責為司機員，負責駕駛列車。此與鐵道以及負責鐵道養護之工班同屬工務處系統相類似。本計畫將與臺鐵局協調，取得機班人員工作班至少 1 組。

弓形圖亦為臺鐵常用以呈現機班工作班之方式。以下圖 3.1 所示即為一例，圖中為臺北機務段之 268 至 272 工作班，各工作班之工作內容。1 組機班工作班之工作內容為 1 組執勤之車次，可由 1 位機班人員在機班報到後，依序駕駛各車次，最後回到原機班報退。列車在運行過程中可更換司機員，因此工作班中之勤務不一定是全趟車次；經常僅為長途車次之部分行程。此與前述車輛編組運用不同。而在某一工作班中若前一勤務之交班地點與後一勤務之接班地點不同，則需要安排便乘。機班人員之便乘與車輛編組之回送，類似之處在於二者

之目的均在調整車輛或人員所在地之位置，而相異處則為車輛編組有需要回送時，可依其需求而安排回送車次。而機班人員有需要時，僅能由既有之車次中安排適當之便乘車次。

車輛編組在執行勤務時必定以全趟車次為單位；不可在中途更換車輛編組。而工作班之內容亦僅為勤務之車次，並無與機班人員之對應。如何適當指派機班人員值勤工作班於後續階段處理，在編排工作班之階段並不處理此一問題。

3.3 車班人員排班規則

臺鐵系統之車班人員屬於運系統，其主要任務為擔任各車次之列車長。臺鐵局編排車班人員工作班之最重要規則是 91 年 12 月 26 日九十一鐵人二字第 28268 號函修正的「運務處乘務人員排班注意事項」^[25]。該注意事項並於 106 年 5 月 22 日會議修正^[26]。該注意事項總計分為 10 條，簡要說明如下。

首先第一條為用辭之定義，對於工作班、乘務工作班、乘務整備時間、乘務工作時間、乘務工作班工作時間及預備工作班作了明確之定義。在修正之會議紀錄^[26]中並補充定義所謂工作班指「完成一日或跨日之乘務工作」。依此定義，車班人員之工作班可能於一日中完成，亦可能跨到次日才完成，但無三日才能完成之工作班。而且跨到次日才完成之工作班視為同一工作班而非兩個不同之工作班。同時亦定義了車班人員之乘務工作班工作時間可分為「乘務整備時間」與「乘務工作時間」兩類，其加總即為整個乘務工作班之工作時間。

注意事項第二條則規範了工作時間之計算方法，明確定義了上述「乘務工作時間」與「乘務整備時間」之計算規則。其中前者較為單純，除實際乘務時間全數計列外，另有部分其他狀況將在車站之停留時間亦計列為乘務工作時間。而乘務整備時間則較複雜，文件中詳細規範了在各種不同車種、便乘、接續及是否返回車班組等狀況下之時間計算方式。依其規定，當車班人員在車站交接時，若其間等待時間較長，則不一定能計算乘務工作班之工作時間中。

注意事項第三條較為單純，規範了乘務人員每日平均工作時間以 6 小時 40 分鐘為原則，以及工時長度之其他相關規定。而所謂每日工時之定義、工作班跨日時應併計 1 日之工時或應分 2 日分別計算，則在第四條規範之。第五條則規範延長工時之計算標準，共分為每日工時、每月總工時、休息日出勤、超出排定工時及預備工作班等五種不同狀況。依本條之規定，列車實際行駛時間超過排定乘務工作班工作時間時應依延長工作時間辦理。對預備工作班，則在第六條另規定

出勤預備工作班時，若臨時指派擔任乘務工作班，則其工作時間計算方式為出勤預備工作班起至所擔任之乘務工作班結束止全數計為工作時間。

前述各條規則著眼於工作班之內容，而第七條則規範工作班本身之應用規則，包括每工作 7 日當中應安排休息日及例假日各 1 日。機班人員之排班係將本項考量放在司機員輪值及派班作業階段考慮，而不在規章^[24]中規範之。此外本條亦規範了相關之行政流程，如各車班組排班小組之設置及成員組成、公告及換班之規定、請假相關規定等。

最後三條規則，依序說明乘務人員擔任工作班時之管理人員為所在段、場、所、車班組或站主管；有特殊需要時，由綜合調度所或主管段協調車班組間之相互支援；列車不能按正常運轉時應依勞基法及相關規定處理。

3.4 車班人員工作班資料

一組車班工作班之內容，為一位車班人員在車班組報到之後，可依序執勤，最後回到原車班組之工作。與機班工作班類似，編擬車班工作班時並不考慮與車班人員之對應。其餘性質亦類似，在此不再贅述。臺鐵系統共有 8 個車班，分別配於 5 個運務段，整理如表 3-2 所示。

表 3-2 臺鐵機務段及轄區表

運務段	車班
臺北運務段	基隆車班
	台北車班
	新竹車班
臺中運務段	彰化車班
高雄運務段	嘉義車班
	高雄車班
宜蘭運務段	宜蘭車班
花蓮運務段	花蓮車班

經臺鐵局協助，本計畫已蒐集得到所有車班組之一組工作班。以下圖 3.2 所示為臺北車班之例子，為一大輪之工作班，亦即一位車班人員一週之工作班內容。而由於此組工作班涵蓋 7 日之工作，因此需要由 7 位車班人員共同完成之。負責之車班人員由其位在樹林站之臺北車班出發擔任 19:50 開車 262 車次之列車長，於 22:37 抵達蘇澳站並過夜，次日再由蘇澳站值勤 4137 車次，於上午 11:56 回到樹林站，於 12:26 下班。第 3 日若逢週五、週六或例假前一日則先值勤 14:31 於樹林站開車之 2174 車次，經其他任務後於 18:09 抵達富岡基地過夜，次日上午再值勤於 15:09 抵達樹林站，於 15:39 下班。若非週五、週六或例假前一日則第 3、4 日值備勤班。第 5 日由樹林站出發後先便乘 1157 車次到新竹站，再接班值勤 1157 車次，當天於 18:16 回到樹林調車場，次日 04:14 到 10:17 在樹林調車場擔任出場列車整備車長，於 10:17 便乘 422 車次回到樹林站，上午 10:43 下班。最後第 7 日為例假日。由本例可以觀察到以下現象。

1. 車班人員之生活相當不規律。以首趟勤務之開車時間為例，第 1 日為 17:51 開車(17:11 報到)、次日為 10:33 開車、第 3 日若有列車長工作班則為 16:19 開車，第 4 日為 6:24 開車等等。
2. 外站過夜相當普遍。以本例而言，在共同負責之 7 位車班人員中，有 3 位於 7 日中在外站過夜 3 次，另 4 位則在外站過夜 2 次。
3. 有時外站過夜之地點與車班組之位置(亦即人員基地)距離不遠。以本例而言，在外站過夜 3 次時，其過夜點分別為蘇澳站、富岡基地及樹林調車場。其中蘇澳站距樹林站之鐵路車程約 3 小時距離較遠、於樹林調車場過夜係為配合次日凌晨 4:14 擔任出場列車整備車長，但富岡基地距樹林站之鐵路車程約在 1 小時以內，距離並不遠。這種外站過夜處與所屬車班組距離 1 小時以內之狀況在所有工作班中並不少見。

工作班號	班次流程	上班時間	下班時間	工作時間			約束時間	用人	累計	隔夜休時	週工時
				乘務	整備	合計					
301	蘇澳 22:37 <262> 樹林 19:50	19:10	12:26	2:47	1:10	3:57	2	2	2	8:58	
	8:45 <4137> 11:56			3:11	1:10	4:21					
302	猴硐 瑞芳 樹林 新富(富基) 新竹 苗栗 15:39 <2174> 14:31 <2174B> <2243A> <2243>到新富 18:09 16:13 逢週五、六、例假前一日行駛 <1162A>富基開 09:15 08:48 <1157便> 12:45 12:01 15:09 <1208> 13:12 逢週六、日例假日行駛	13:51	15:39	3:38	1:10	4:48	2	2	4	13:29	36:57
				2:24	5:07	7:31					
302	日1 (逢週日到週四及例假日, 未派班為B班, 15:00-15:30休息) 日2 (逢週一到週五及例假後一日, 未派班為A班, 12:00-12:30休息)	12:00	19:30	7:30			0				
303	樹林 樹調 新竹 苗栗 10:40 <1157便> 11:57 <1157> 12:45 17:12 <1228> 12:01 18:10 <225便> 18:16 15:12 <422便> 10:23 10:17 整備2工作班 04:14到10:17擔任樹調出場列車整備車長, 便乘422回本組下班	10:10	10:43	2:44	4:25	7:09	2	2	6	9:38	
				指定休息日							
例假1											

資料來源：臺灣鐵路管理局

圖 3.2 臺北車班組工作班示例 1

以下圖 3.3 所示為臺北車班組之另一大輪工作班表，其中第 1 日之工作班於 19:59 在車班組報到，便乘 20:29 開車之 2273 車次到新富接車。該工作班末趟勤務之交班時間為凌晨 0:30，位在基隆站。此即前述排班規則^[25]中第一條與第四條所述，工作班跨到次日才完成之實例。

工作班號	班次流程				上班時間	下班時間	工作時間			約束時間	用人	累計	隔夜休時	週工時
	乘務	整備	合計											
310	基隆	樹林	新富	新竹	19:59	16:37	1:53	3:08	5:01	2	2	23	10:08	
	0:30 <2264> 22:37 <2273便> 21:25 <1181> 14:31 11:48 <1212> 14:53 16:07													
311	基隆	七堵	樹林	樹調	15:49	12:24	1:38	1:57	3:35	2	2	25	11:58	25:30
	18:28 <1226> 17:16 <1249> 18:54 18:42 08:13 <1147A> 08:02 08:37 <1147> 10:32 12:04 <1172便> 11:15													
	<4177便> 16:25 逢週五、六、例假前一日行駛 逢週六、日例假日行駛													
	日7 (逢週日到週四及例假日, 未派班為B班, 15:00-15:30休息) 日8 (逢週一到週五及例假後一日, 未派班為A班, 12:00-12:30休息)													
311					12:00	19:30	7:30			0				
311					08:00	15:30	7:30				1	26		
											1	27		

資料來源：臺灣鐵路管理局

圖 3.3 臺北車班組工作班示例 2

第四章 臺鐵車輛資源資料

4.1 現有車輛

本計畫蒐集臺鐵系統所使用鐵路車輛之型式及數量。依臺鐵 109 年年報^[27]之表 26，於 109 年年底臺鐵系統擁有各式動力機車 258 輛(含保存於七堵調車場之 6 輛 EMU100 型非動態保存車)、電聯車 1235 輛(含動力車 935 輛及拖車 300 輛)、柴油客車 211 輛(含動力車 156 輛及拖車 55 輛)、推拉式客車 381 輛、無動力客車 478 輛、以及貨車 1571 輛，合計 4134 輛。而這些車輛又分屬約 40 種不同車種。運用時，臺鐵局考量維修及其他權責，實務上通常將車輛固定配置予基地，而運轉時亦儘量在其原基地進行維修。各型機車於各機務段之配置表整理如表 4-1。由此表可發現配置機車數量最多之機務段為新竹段(376 輛)，其次為配置 355 輛機車之花蓮機務段。再其次為嘉義機段與臺北機務段，依序分別為 264 輛與 253 輛。

表 4-1 臺鐵各型機車配置表

車型	七堵 機務段	臺北 機務段	新竹 機務段	彰化 機務段	嘉義 機務段	高雄 機務段	花蓮 機務段	停用	總計
電力機車*	68			17		63		1	149
柴電機車		3		27		2	55		87
柴液機車	7			4		5			16
電聯車	21	250	376	84	264	21	128	91	1235
柴油客車	15			21			172	3	211
總計	111	253	376	153	264	91	355	95	1698

註：*含推拉式電力機車，不含保存於七堵調車場之 6 輛 EMU100 型非動態保存車

單位：輛

資料來源：臺鐵 109 年報

以下表 4-2~表 4-6 整理臺鐵各型車輛在各機務之配置狀況。

表 4-2 臺鐵電力機車配置表

車型	七堵 機務段	臺北 機務段	新竹 機務段	彰化 機務段	嘉義 機務段	高雄 機務段	花蓮 機務段	停用	總計
E200	6					33			39
E300	10			17		2			29
E400	17								17

E1000	35					28		1	64
總計	68	0	0	17	0	63	0	1	149

單位：輛

資料來源：臺鐵 109 年報

表 4-3 臺鐵柴電機車配置表

車型	七堵 機務段	臺北 機務段	新竹 機務段	彰化 機務段	嘉義 機務段	高雄 機務段	花蓮 機務段	停用	總計
R20				18					18
R100		3					30		33
R150				8			15		23
R180							10		10
S200						2			2
S300				1					1
S400									0
總計	0	3	0	27	0	2	55	0	87

單位：輛

資料來源：臺鐵 109 年報

表 4-4 臺鐵柴液機車配置表

車型	七堵 機務段	臺北 機務段	新竹 機務段	彰化 機務段	嘉義 機務段	高雄 機務段	花蓮 機務段	停用	總計
DHL100	7			4		5			16
總計	7			4		5			16

單位：輛

資料來源：臺鐵 109 年報

表 4-5 臺鐵電聯車配置表

車型	七堵 機務段	臺北 機務段	新竹 機務段	彰化 機務段	嘉義 機務段	高雄 機務段	花蓮 機務段	停用	總計
EP100								3	3
EM100								3	3
ET100								6	6
ED100								3	3
EMC1200						5		3	8
EP1200						7		3	10
EM1200						9		3	12
EMC300	7							1	8
EP300	7							1	8
EM300	7							1	8
EMC400								12	12
EP400								12	12
ET400								12	12
EM400								12	12
EMC500		27		21	22		16		86
EP500		26		21	22		16		85

ET500		26		21	22		16		85
EM500		27		21	22		16		86
EMC600			9		5				14
EP600			9		5				14
ET600			9		5				14
EM600			9		5				14
EMC700			40						40
EP700			40						40
ET700			40						40
EM700			40						40
ED800			45		39			2	86
EP800			45		39			2	86
EM800			90		78			4	172
TED1000		16							16
TEM1000		32							32
TEP1000		16							16
TED2000		20					16	2	38
TEM2000		40					32	4	76
TEP2000		20					16	2	38
總計	21	250	376	84	264	21	128	91	1235

單位：輛

資料來源：臺鐵 109 年報

表 4-6 臺鐵柴油客車配置表

車型	七堵 機務段	臺北 機務段	新竹 機務段	彰化 機務段	嘉義 機務段	高雄 機務段	花蓮 機務段	停用	總計
DR1000	15			21					36
DR2510							2		2
DR2700							8		8
DR2800							30		30
DR2850							15		15
DR2900							10		10
DR2950							5		5
DR3000							48	2	50
DR3070							24	1	25
DR3100							20		20
DR3150							10		10
總計	15	0	0	21	0	0	172	3	211

單位：輛

資料來源：臺鐵 109 年報

臺鐵系統之客車數量則整理於表 4-7。在所有客車中數量最多者為推拉式客車，亦即推拉式自強號之客車。該型車種為動力集中式，前後二輛車為動力機車，而中間 12 輛則為無動力之客車。雖然客車

係與動力機車配合整組引進投入運轉，但若以其他動力機車牽引其客車亦屬可行。

表 4-7 臺鐵客車數量表

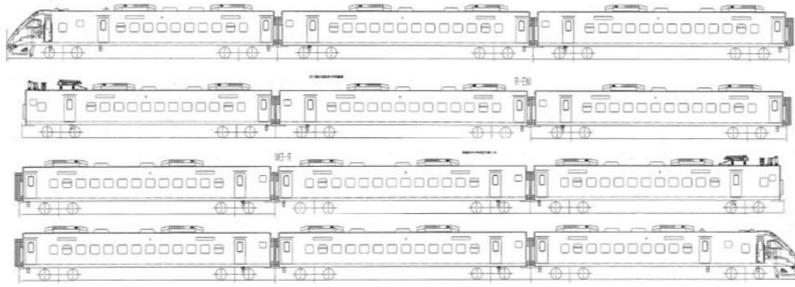
車型	數量
推拉式客車	381
頭等空調車	261
二等空調車	150
二等客車	1
二等客守車	3
三等客車	9
三等客守車	9
行李車	5
郵政行李車	15
電源行李車	19
花車	3
檢查車	1
其他	2
總計	859

單位：輛

資料來源：臺鐵 109 年報

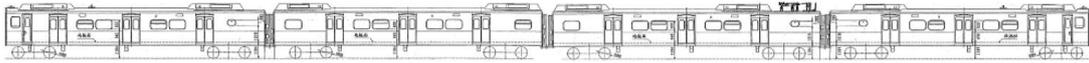
4.2 新購車輛

依據臺鐵局於 2015 年出版之「臺鐵整體購置及汰換車輛計畫(104~113 年)」^[28]，該局將採購 12 輛車一組之城際電聯車、每組 4 輛之區間客車、電力機車、柴電機車及支線列車。各型車輛示意圖摘錄於圖 4.1 至圖 4.5。其中圖 4.2 所示之區間客車可一組單獨運轉，亦可二或三組聯掛運行，提供臺鐵局每組 4 輛至 12 輛車之調整彈性。對於北部區域尖峰時段之運能將有所助益。



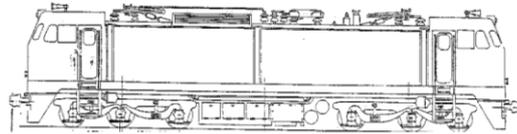
資料來源：臺鐵整體購置及汰換車輛計畫(104~113 年)

圖 4.1 EMU3000 型列車編組圖



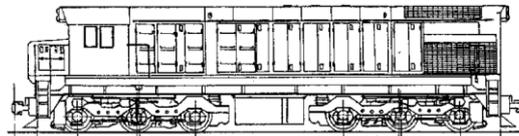
資料來源：臺鐵整體購置及汰換車輛計畫(104~113 年)

圖 4.2 EMU900 型列車編組圖



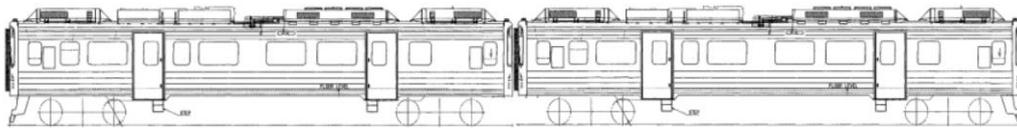
資料來源：臺鐵整體購置及汰換車輛計畫(104~113 年)

圖 4.3 電力機車



資料來源：臺鐵整體購置及汰換車輛計畫(104~113 年)

圖 4.4 柴電機車



資料來源：臺鐵整體購置及汰換車輛計畫(104~113 年)

圖 4.5 支線列車

依本計畫訪談所瞭解，本次採購案總計將購入各式車輛 1222 輛，目前已在順利執行中，並已有部分車輛開始交付。其中城際列車將編為 EMU3000 型，而區間客車則編為 EMU900 型。新車數量、預定交車進度及配置原則整理如表 4-8。

表 4-8 新購車輛配置及運用原則

車型	機務段		各年新購車輛配置							主要運用路線
			2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	
EMU 3000	七堵	分布		24		96				七堵=潮州 七堵=彰化
		小計	120							
	高雄	分布				36	144			潮州=七堵
		小計	180							
	花蓮	分布		84	84	12				花蓮=臺東=新左營 花蓮=樹林
		小計	180							
臺東	分布		60	60					臺東=樹林	
	小計	120								
EMU 900	七堵	分布		70	130					基隆=苗栗 基隆=嘉義(區間快)
		小計	200							
	臺北	分布	20	30						樹林=花蓮(區間快)
		小計	50							
	新竹	分布			130	140				新竹=基隆 新竹=潮州(區間快)
		小計	270							
電力機車	七堵	分布			6	18	10			觀光車隊、PP 客車
		小計	34							
	高雄	分布					8	18	8	
		小計	34							
柴電機車	彰化	分布				2	18			救援、貨物列車
		小計	20							
	花蓮	分布			4	10				
		小計	14							
各年交車數小計			20	268	414	314	180	18	8	
交車數累計			20	288	702	1016	1196	1214	1222	

單位：輛

資料來源：本計畫訪談

4.3 預定淘汰車輛

臺鐵各式客車法定使用最低年限為 30 年^[28]。依此標準，預期民國 113 年時城際客車將有 744 輛逾齡，以莒光復興號之客車佔其中絕大多數。而區間客車則將有 48 輛逾齡，全數為最老舊之 EMU400 型通勤電聯車；其餘之 EMU800、700、600 及 500 型車輛則均未逾齡^[28]。至於電力機車則除了推拉式自強號所使用之 E1000 外，其餘之 E200、E300 及 E400 型電力機車於民國 113 年亦將全數逾齡(表 4-2)。

依訪談得知目前臺鐵閒置之動力車輛有 EMU100 型、400 型及 1200 型等，分別停放於七堵調車場及富岡基地。而閒置之客貨車則有莒光、復興號客車 29 輛停放於七堵調車場、40BK32400 型行李車 8 輛、莒光、復興號客車 3 輛停放於潮洲基地、35SP32967 型莒光號客車 1 輛停放於花蓮機務段、莒光號 1 輛及貨車 7 輛停放於九曲堂站以及 35SPK2300 型客車 5 輛停放於加祿站等。

配合新車之陸續交付，臺鐵局預定將於 2026 年時報廢各式動力車輛及客車共計 833 輛，其車輛汰換規劃整理如表 4-9。

表 4-9 臺鐵車輛汰換輛數規劃

年度	新車數	報廢數		年度變動	累積變動	說明
~2020	0	69	動力車 54 客貨車 15	-69	-69	無使用價值優先評估報廢
2020	20	175	EMU1200 電聯車 30 DR2800 柴聯車 45 莒光復興客車 100	+113	+44	
2021	268					
2022	414	221	柴電機車 4 電力機車 6 DR2900 柴聯車 15 莒光復興客車 196	+507	+551	
2023	314					
2024	180	368	柴電機車 85 電力機車 150 DR3000 柴聯車 75 莒光復興客車 58	-162	+389	
2025	18					
2026	8					
總計	1222	833			+389	

單位：輛

資料來源：本計畫訪談

4.4 車輛維修規定

臺鐵局擁有超過 4000 輛各式車輛，而所有車輛均必須持續維修方能維持正常運轉。維修規則之主要依據為 105 年 4 月 19 日修正，交通部交路監(一)字第 10597000351 號令修正發布之「鐵路機車車輛檢修規則」^[29]。該規則所稱之鐵路機車車輛係包含營運用之各式客貨

車輛，而規範之對象則包括國營鐵路機構、地方營鐵路機構、民營鐵路機構及經核准經營所營事業以外客貨運輸之專用鐵路機構。該規則計分為 4 章共 38 條，其中除第一章總則外，與臺鐵直接相關者為第二章，營運時速未達二百公里機車車輛之檢修。至於第三章營運時速達二百公里以上機車車輛之檢修則適用於高鐵系統，最後第四章為附則。

鐵路機車車輛檢修規則^[29]第二章始於第 6 條，終於第 27 條，共計有 22 條條文。其中第 6 至第 15 條為第一節機車檢修，而第 16 條至第 27 條則為第二節車輛檢修。其中與本計畫較為相關者為有關施作最為頻繁檢修之規定。在機車檢修方面，第 7 條說明機車檢修分為定期檢修及臨時檢修兩種，而第 8 條則明訂定期檢修分為四級。其後第 9 條又規定機車之一級檢修週期為 3 日，但得扣除停用及滯留日數。至於公里數則不計。至於日數之定義則未在本規則中說明，例如若停用一段日數之後，於某月 20 日 23 時 30 分開始運用，至 22 日凌晨 0 時 30 分共計使用 25 小時，其日數應如何計算則未明確定義。

在車輛檢修方面，該規則於第 16 條定義客貨車輛檢修，分為不定期檢修、定期檢修及臨時檢修，而第 17 條又將不定期檢修區分為五種：列車檢修、隨車檢修、停留檢修、運用檢修及交接檢修。其中與本計畫最為相關者為運用檢修。本條規定運用檢修屬不定期檢修，依旅客列車運用行駛二千四百公里以內，利用終點客車編組停留時間，於指定路線停留狀態下施實之。至於客貨車輛之定期檢修則於第 19 條訂為四級，其中頻率最高者為一級檢修，規定客車之檢修週期為六十天以內、貨車為九十天以內，與本計畫關聯較低。

綜合上述說明可發現施行頻率最高者，在機車檢修方面為一級定期檢修，施行週期為 3 日；在車輛檢修方面則為不定期之運用檢修，應每 2,400 公里施行一次。依一般經驗，臺鐵每組自強號列車平均每日運行約 800 公里，因此上述二種檢修可同步進行。但其他車種如莒光號、區間車等則平均每日運行之里程可能為 600 公里或更低。因此欲規劃高效率之維修時程並不容易。

4.5 車輛編組運用計畫

車輛編組運用計畫為臺鐵系統最重要的資源運用計畫之一，呈現了臺鐵系統如何以可用之車隊執行班表所列出之所有車次。編組運用計畫之目的在將所有應執行之車次區分為多數「編組運用」，或簡稱「運用」。每一運用之內容，則為一組鐵路列車由其基地出發，執行若干趟車次之後，再回到其原基地之任務內容。在編擬編組運用計畫之過程中，如遇同一編組需要安排起終點不一致之車次時，即需要安插回送列次。例如若在某運用中，列車完成執行七堵至新左營之車次後，需要接續潮州至七堵之車次，則該編組需要由新左營回送至潮州。因此編組運用計畫中所含有之車次，將會多於辦客車次。而由於列車編組可在外站或非所屬基地過夜，因此大部分之運用均涵蓋多日之行程。

車輛編組運用計畫與車輛派遣計畫不同。前者將所有應執行之車次予以區分為多數運用，而後者則規劃每一運用，在每日應由車隊中之哪一組車來執行。本計畫主要考慮者為前者。

在實務上臺鐵多以弓形圖呈現編組運用之內容。以下圖 4.6 所示為一相對較單純之運用，而圖 4.7 所示為較複雜之運用。其中圖 4.6 為臺北機務段 TMU1000 型(太魯閣號)之 T2 運用。該運用起點在臺北機務段所在位置之樹林調車場。在第 1 日，編組於完成一級機車檢修、運用檢修及大洗之後於 19:33 發車執行 448 車次，於第 2 日凌晨 00:18 抵達臺東站。在臺東站過夜並執行小洗之後，在第 2 日上午 07:52 執行 411 車次，在中午 12:28 回到樹林調車場。於樹林調車場停留 2 小時 10 分鐘並執行小洗之後，再執行 432 車次於 14:38 自樹林調車場運行至臺東，於 19:13 抵達。本次在臺東站之停留時間為 49 分鐘，完成站掃之後再於 20:02 執行 447 車次，於第 3 日凌晨 00:38 返回樹林調車場，於樹林調車場過夜並大洗之後，同樣於第 3 日清晨 05:41 再出發執行 402 車次，終點站為知本站，於 10:25 抵達。其在知本站之停留時間為 23 分鐘，完成站掃後即執行 10:48 發車之 417 車次，

於 15:34 返抵樹林調車場完成本次運用。於 3 小時 59 分鐘之後，該編組完成一級機車檢修、運用檢修及大洗，又將再次執行相同之運用，於同日 19:33 再執行 448 車次到臺車站。

依前述說明，該編組於第 1 日下午自樹林調車場開始執行 T2 運用，到第 3 日完成並在同日再次執行相同運用，到第 5 日完成，如此周而復始。而所執行之車次均為每日行駛。因此需要有另一組太魯閣號編組，於第 2 日下午開始執行本運用，至第 4 日返回樹林調車場。因此本運用需要由 2 組編組共同執行。此外，本運用每一循環之總里程數為 2187.4 公里，因此每一循環安排一次一級機車定期檢修符合鐵路機車車輛檢修規則^[29]第 17 條之規定。而運行時間自第 1 日之 19:33 開始至第 3 日之 15:34 結束，總計為 44 小時 01 分鐘尚不足 48 小時，但跨越 3 個太陽日。因此每一循環安排一次運用檢修，亦符合合同規則^[29]第 9 條之規定。

運號 用碼	臺北機務段 【TMU1000】 機車運行 109.10.16 151電			編 組
	知 本	臺 東	樹 調	
T2	00:18	(448)	19:33 △X○	2 組 × 8 車
	07:52 小	(411)	12:28	
	19:13	(432)	14:38 小	
	20:02 站	(447)	00:38	
	10:25	(402)	05:41	
	10:48 站	(417)	15:34	
	2187.4			

資料來源：臺灣鐵路管理局

圖 4.6 臺鐵編組運用示例 1

運號 用碼	臺東機務分段【DMU2900、3000】機車運行 110.1.8 152電					編 組
	彰 化	新 左 營	臺 東	花 蓮	樹 調	
D21 ABC		○ 06:30		(407) 1~9車	13:00	18 組 × 3 車
				21:50 (246) 1~9車	站 18:05	
		15:29		(308) 1~9車	小 09:46	
		16:05 站		(317) 1~9車	21:53	
			15:01	(420) 1~9車	○ 12:14	
		22:08		(328) 1~9車	站 19:18 日檢	
		10:24 小		(307) 1~9車	15:52	
				18:00 小 (235) 1~9車	21:41	
				15:05 (224) 1~9車	站 11:16	
		23:24		(332) 1~9車	小 17:54 日檢	
	05:00 站		(333) 1~9車	07:46		
	15:39		(372) 1~9車	○ 10:27 日檢		
	17:05 站		(373) 1~9車	22:29		
			註：(1) 第3、6、9車為哺(集)乳室車廂。	1361.2		
			(2) 柴聯車入庫加油，惟308次至新左營不加油作317次。	905.5		
			(3) 372、373次逢週五、日加掛1組(10~12車)，372次10~12車開車前 施行日檢/大洗。	487.9 696.8		

資料來源：臺灣鐵路管理局

圖 4.7 臺鐵編組運用示例 2

編組運用計畫尚有其他之複雜狀況，以圖 4.8 所示之莒光號 C16 運用與圖 4.9 所示之莒光號 C17 運用為例說明之。此二運用均執行多數車次，每一循環在外站過夜 5 次，但各自均使用 1 組編組即可達成。原因在於這些車次並非每日均由相同之運用來執行。以 701 車次為例，該車次在 06:26 自新左營發車，經南迴線於 09:50 抵達終點臺東站。由圖 4.8 可觀察到該車次每週二、四及日由 C16 運用執行，而圖 4.9 則顯示該車次在每週一、三、五由 C17 運用執行。至於週六則停駛該車次，如圖 4.10 之南迴線列車時刻表所示。

運號 用碼	臺東機務分段【莒光號】客車運行 109.11.24 153電			編 組	
	彰化	新 左 營	臺 東		
C16	19:23	(708) 週一、三編組	15:55 △X○	1 組 × 8 車	
	06:26 (站)	(701) 週二、四編組	09:50		
	20:30	(754) 週二、四編組	13:55 (小)		
	06:12 (小)	(751) 週三、五編組	12:14		
	22:30	(758) 週五編組	15:55 △X○		
	06:12 (站)	(751) 週六編組	12:14		
	19:23	(708) 週六編組	15:55 (小)		
	06:26 (站)	(701) 週日編組	09:50		
	22:30	(758) 週日編組	15:55 ○		
	06:12 (站)	(751) 週一編組	12:14		
	註：(1) 使用 FPK10500、10600 型。 (2) 第 1 車 FPK11500、11600 型 (32 客座、另附設身心障礙專用座 3 位) 為哺(集)乳室車廂。 (3) 758 次自 109 年 11 月 29 日起至 110 年 3 月 28 日止逢週日、751 次自 109 年 11 月 30 日起至 110 年 3 月 29 日止逢週一，均加掛 9~10 車。 (4) 附掛 1 輛 凡 B (1A 車)。 (5) 708 次逢週二、四使用臺東 C17 編組； 701 次逢週一、三、五使用臺東 C17 編組； 1032.8 754 次逢週一、三、五、六使用臺東 C17 編組； 1032.8 751 次逢週二、四、日使用臺東 C17 編組。 1729.6				

資料來源：臺灣鐵路管理局

圖 4.8 臺鐵編組運用示例 3

運號 用碼	臺東機務分段【莒光號】客車運行 108.11.1 153電			編 組
	臺北	彰 新 左 營	臺 東	
C17	19:23	(708) 週二、四編組	15:55 △X○	1 組 × 8 車
	06:26 (站)	(701) 週三、五編組	09:50	
	20:30	(754) 週三、五編組	13:55 (小)	
	06:12 (小)	(751) 週四編組	12:14	
	00:19 山 (666) 逢週五(跨次日)行駛	21:12 (站)		
	00:22	(666) 逢週五(跨次日)行駛	05:48	
	20:30	(754) 週六編組	13:55 △X○	
	06:12 (站)	(751) 週日編組	12:14	
	18:29	(712) 逢週日行駛	15:30 (站)	
	06:26 (站)	(701) 週一編組	09:50	
	20:30	(754) 週一編組	13:55 ○	
	06:12 (小)	(751) 週二編組	12:14	
註：(1) 使用 FPK10500、10600 型。 (2) 第 1 車 FPK11500、11600 型 (32 客座、另附設身心障礙專用座 3 位) 為哺(集)乳室車廂。 (3) 附掛 1 輛 凡 B (1A 車)。 (4) 708 次逢週一、三、六使用臺東 C16 編組； 701 次逢週二、四、日使用臺東 C16 編組； 1032.8 754 次逢週二、四使用臺東 C16 編組； 1212.9 751 次逢週一、三、五、六使用臺東 C16 編組。 1729.6				

資料來源：臺灣鐵路管理局

圖 4.9 臺鐵編組運用示例 4

臺灣鐵路南迴線列車時刻表 South]

車次 TRAIN NUMBER	T.C.		C.K.	C.K.	T.C.	T.C.	T.C.	T.C.
	自強 333	區間車 3501	莒光 711	莒光 701	自強 301	普悠瑪 303	自強 305	太魯閣 417
站名 STATION	新左營 ↓ 臺東	枋寮 ↓ 臺東	新左營 ↓ 臺東	新左營 ↓ 臺東	臺南 ↓ 花蓮	新左營 ↓ 花蓮	新左營 ↓ 臺東	知本 ↓ 樹林
			逢週六 行駛。	逢週六 停駛。			逢週六 行駛。 親子車 廂	
新左營 Xinzuoqing	05:00		06:26	06:26	06:57	08:22	08:31	
高雄 Kaohsiung	05:11		06:40	06:40	07:09	08:35	08:43	
鳳山 Fengshan	05:18		06:48	06:48	07:16	08:41	08:50	
九曲堂 Jiuqutang	05:27		06:57	06:57	↓	↓	↓	
屏東 Pingtung	05:36		07:06	07:06	07:29	08:53	09:03	
西勢 Xishi	↓		07:14	07:14	↓	↓	↓	
潮州 Chaozhou	05:49		07:24	07:24	07:43	↓	09:17	
南州 Nanzhou	↓		07:33	07:33	↓	↓	↓	
林邊 Linbian	↓		07:43	07:43	↓	↓	↓	
枋寮 Fangliao	06:10	06:18	07:55	07:55	08:03	↓	09:37	
加祿 Jialu	↓	06:26	↓	↓	↓	↓	↓	
內獅 Neishi	↓	06:31	↓	↓	↓	↓	↓	
枋山 Fangshan	↓	06:39	↓	↓	↓	↓	↓	
大武 Dawu	06:46	07:13	08:45	08:45	08:33	↓	↓	
瀧溪 Longxi	↓	07:25	08:56	08:56	↓	↓	↓	
金崙 Jinlun	07:04	07:35	09:08	09:08	↓	↓	10:19	
太麻里 Taimali	07:16	07:48	09:20	09:20	08:55	↓	↓	
知本 Zhiben	07:33	08:01	09:34	09:34	09:06	10:12	10:39	10:48
康樂 Kangle	↓	08:11	09:43	09:43	↓	↓	↓	↓
臺東 到 Arrival Time	07:46	08:19	09:50	09:50	09:17	10:22	10:51	10:59
臺東 開 Departure Time					09:20	10:25		11:03

資料來源：臺灣鐵路管理局

圖 4.10 南迴線莒光號 701 車次時刻表

4.6 機車運用計畫

臺鐵系統目前客運主力為各式電聯車，如 EMU500-900 以及 TEMU1000-3000 等。同時亦擁有多數電力、柴電或柴液機車如表 4-1 所示。臺鐵在運用機車時，亦需要配合班表及調車等任務，事前規劃縝密之機車運用計畫。以下圖 4.11 即為高雄機務段機車運用計畫之示例，其運用號碼為 17、18、20 及 R1。動力機車多運用於動力集中式列車(例如莒光號)、貨物列車等之牽引，亦有做為輔機、臨時列車、專列等牽引之用。遇特殊狀況時，這些機車亦常被賦與救援之任務。

高雄機務段		E200/300型					機車運用表		2	
運用號碼	臺東	花蓮	宜蘭	七樹	彰化	嘉義	新左營	潮州基地	枋寮	臺東
17 (3)	《一至六駛》	20:25				(562)	《海》			09:40
	《一至六駛》	10:48	(689)	12:33						
	《日駛》	18:32	(688)	12:36	(689B)	13:40				
	《日駛》	14:03				14:58				
18 (5)	日檢	09:54				(561)	《海》			21:34
		00:46				(554)	《海》			12:50
		09:58	(602)							
		11:27				(653)	《海》			
20 (2)										
註：1.本運用逢週二附掛7216次次位至新左營、週三附掛7202次次位自新左營至嘉義擔任預備MA機車。 2.次週三附掛7201次次位自嘉義至新左營、次週三附掛7215次次位自新左營至潮州基地，例假日停駛。 3.機車逢週二、五由嘉義機務段擔任日檢工作。 4.逢週三例假日時，週二7216次及週三7215次不附掛，機車留置嘉義續用。										
R1 (1)										
註：本運用逢週五行駛。										
								時刻表版本	109.12.23	
								最近電報版本	機011-110.04.09	
								最近修改日期	110.04.14	

資料來源：臺灣鐵路管理局

圖 4.11 機車運用示例

4.7 基地維修能力

目前臺鐵系統共配置有富岡車輛基地(臺北機廠)、花蓮機廠以及高雄機廠三處主要車輛基地。這些車輛基地主要辦理三、四級維修保養工作，其中富岡車輛基地主要負責機車及電聯車之維修、花蓮機廠負責 DR2800、DR3100 柴聯車以及 DHL100 柴液機車、R100、R150、R180 型柴電機車之維修，而高雄機廠則以負責客車與貨車之維修為主。

第五章 鐵路線資源資料

5.1 路線及車站

臺鐵系統^[27]計分為縱貫線、臺中線、屏東線、宜蘭線、北迴線、臺東線及南迴線等 7 條本線，以及內灣線、六家線、集集線、沙崙線、深澳線、平溪線及花蓮港線等 7 條支線。其總營業里程為 1,065 公里，設置 241 座車站，整理於表 5-1。所有車站中除位在花蓮港線之花蓮港站為全貨運站之外，其餘所有車站均具有客運功能，而有 71 處車站則同時具有貨運功能。對比民國 40 年時臺鐵系統設有 209 處車站，其中 9 處為貨運專用、另外 186 處具有貨運功能，客運功能專用之車站僅 13 處，可觀察到車站數持續增加，而具貨運功能之車站數有減少之情形。

表 5-1 臺鐵路線及車站數

線別	里程	客貨運站	客運站	貨運站	總站數	說明
本線	縱貫線	404.5	33	64	97	
	臺中線	87.7	3	18	21	
	屏東線	61.3	3	17	20	
	宜蘭線	93.6	7	19	26	
	北迴線	79.2	10	2	12	
	臺東線	150.9	11	15	26	
	南迴線	98.2	2	8	10	
本線小計	975.4	69	143		212	
支線	內灣線	26.5	2	9	11	
	六家線	3.1		1	1	
	集集線	29.7		6	6	
	沙崙線	5.3		2	2	
	深澳線	4.7		2	2	
	平溪線	12.9		6	6	
	花蓮港線	7.4			1	1
支線小計	89.6	2	26	1	29	
總計	1065.0	71	169	1	241	

資料來源：臺灣鐵路統計年報

5.2 站間股道配置

所謂站間，指車站與車站之間的軌道。臺鐵系統之股道配置相當多樣化。以下圖 5.1 所示區域位在縱貫線，圖左側為清水站、右側為沙鹿站；兩站之間為單線區間。而圖 5.2 所示區域位在宜蘭線，左側為福隆站、右側為貢寮站，兩站之間為雙線區間。



資料來源：臺鐵行控中心顯示面板

圖 5.1 清水=沙鹿股道配置圖



資料來源：臺鐵行控中心顯示面板

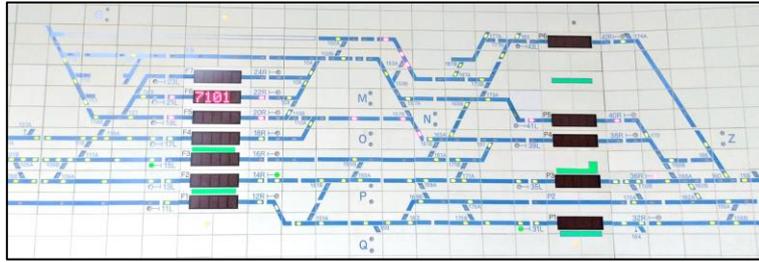
圖 5.2 福隆=貢寮股道配置圖

臺鐵系統亦有 3 股道之站間，如圖 5.3 所示位在縱貫線之區域，圖左側為汐止站、右側為汐科站。更為複雜之區域則如圖 5.4 所示，位在縱貫線之區域，圖左側為北新竹站、右側為新竹站。



資料來源：臺鐵行控中心顯示面板

圖 5.3 汐止=汐科股道配置圖



資料來源：臺鐵行控中心顯示面板

圖 5.4 北新竹=新竹股道配置圖

以下圖 5.5 所示亦為一特殊狀況，位在新埔站與通霄站之間。該圖左側顯示為位在北側之新埔站，而右側則為位在南側之通霄站。該二站之間為雙線區間，但新埔站以北以及通霄站以南均為單線區間。



資料來源：臺鐵行控中心顯示面板

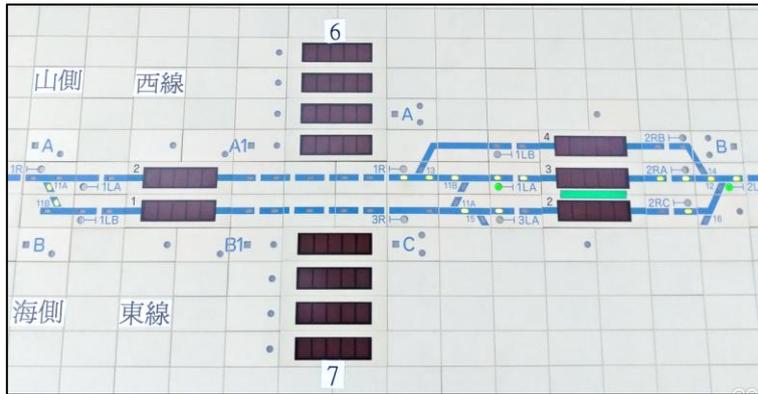
圖 5.5 新埔=通霄股道配置圖

在站間之路段，則以軌道電路區隔成為若干閉塞區間。一般而言每段閉塞區間長度大約為 1.5 公里。在臺鐵系統中，站間之閉塞區間個數亦不固定，例如圖 5.1 所示清水與沙鹿間配置 2 個閉塞區間、圖 5.2 所示福隆貢寮間每股道亦配置 2 個閉塞區間。而圖 5.6 所示基隆站與三坑站之間則無閉塞區間。更複雜之狀況為圖 5.7 所示位在南迴線之位置。該圖左側為中央號誌站、右側為古莊站。二站之間，西正線配置 6 個閉塞區間，而東正線則配置 7 個閉塞區間。



資料來源：臺鐵行控中心顯示面板

圖 5.6 基隆=三坑股道配置圖

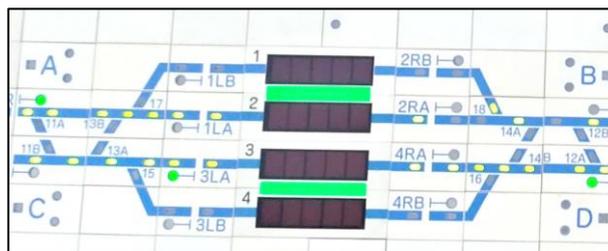


資料來源：臺鐵行控中心顯示面板

圖 5.7 中央號誌=古莊股道配置圖

5.3 車站股道配置

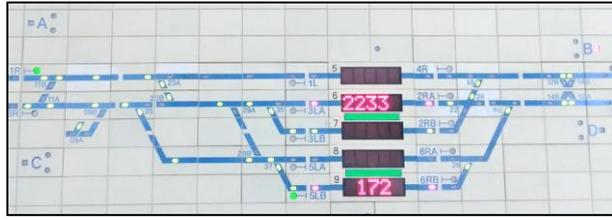
臺鐵系統受限於各地之現場環境以及悠久之歷史因素，各處車站之股道配置亦相當多樣性。本計畫已完整蒐集行控中心控制範圍內所有車站之股道配置狀況，並予以數位化。本節擇其較有特殊性者說明之。對行車而言，最理想之股道配置型態可以圖 5.8 所示之員林站為例，其在站內具有 4 股道，兩方向行車可完全區隔，而站外兩端均有完整之橫渡線。然而在臺鐵系統中，股道配置如此理想之車站並不多。



資料來源：臺鐵行控中心顯示面板

圖 5.8 員林站股道配置圖

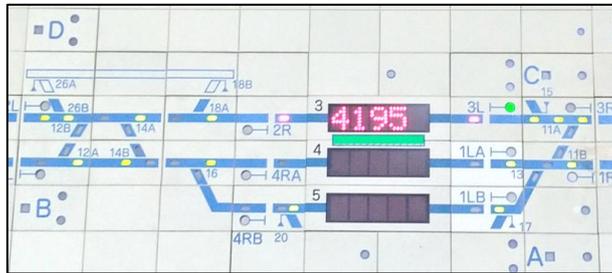
在臺鐵系統中，車站股道配置相當多樣化，配置相同之狀況並不多。相對於臺鐵系統之歷史，臺北站之改建並非歷史久遠，但受到空間及歷史因素之影響，雖然股道數不少，但配置並不對稱，如圖 5.9 所示。



資料來源：臺鐵行控中心顯示面板

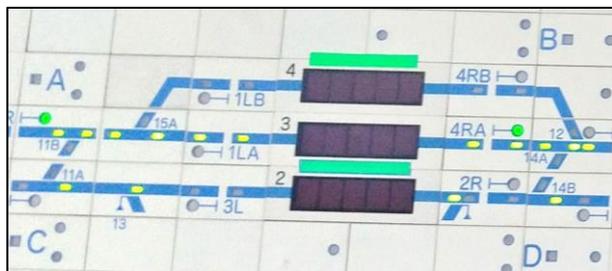
圖 5.9 臺北站股道配置圖

而同樣是具有 3 股道之車站，亦有各種不同之配置，如圖 5.10 所示之二結站、圖 5.11 所示之保安站與圖 5.12 所示之社頭站即各不相同。在前二者，列車進入副正線待避時可能會發生平面交叉，而在社頭站則無。至於圖 5.10 所示之二結站與圖 5.11 所示之保安站，雖然看似股道配置型態類似，但其實運轉功能相去甚遠。原因在於保安站之北上往臺南方向(圖 5.11 由右向左，使用 2 股)列車受到橫渡線佈置方向之限制，並無法進入副正線(4 股道)待避，而在二結站之北上往宜蘭方向(圖 5.10 由左向右，使用 3 股)與南下方向(使用 4 股道)之列車均可進入 5 股道之副正線待避。



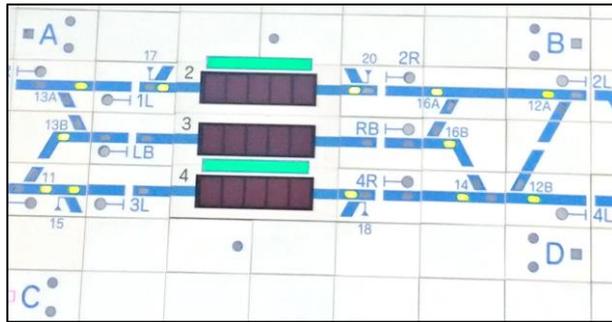
資料來源：臺鐵行控中心顯示面板

圖 5.10 二結站股道配置圖



資料來源：臺鐵行控中心顯示面板

圖 5.11 保安站股道配置圖



資料來源：臺鐵行控中心顯示面板

圖 5.12 社頭站股道配置圖

在單線區間與雙線區間交界處，亦有兩側站間股道數不同之特殊股道型式，如圖 5.13 所示之大山站即是。該站南側(圖 5.13 右側方向)為雙線區間，而另一側為單線區間。



資料來源：臺鐵行控中心顯示面板

圖 5.13 大山站股道配置圖

5.4 基準運轉時分

基準運轉時分指列車由一站運行至鄰站所需之最短時間長度，為鐵路系統運轉最重要基本參數之一，其品質足以影響運能分析之結果。此時間長度受到車輛牽引力、前後二站為通過或停靠、以及路線坡度之影響。因此在同一路段，每一種車種在兩方向均各會有通通、通停、停通、停停等四種不同之基準運轉時分。至於列車在前後二站所使用之股道雖然會影響進出站時分，對於基準運轉時分亦有影響，

但其影響程度相對較小而複雜性甚高、各站差異大，且缺乏有系統之整合資料，在此暫先忽略不計。

實務上臺鐵局對其基準運轉時分，有 2 種原始來源：軟體模擬與實車測試，其中又以後者為主，前者大都僅供實務參考。如前所述，各路段之基準運轉時分受到方向、前後站是否停靠以及車種之影響。因此若在某 A 與 B 站之間，未以某種車型進行實車測試，則該路段即無對應之基準運轉時分數據。若進行實車測試時，未進行「停停」之測試，則亦無對應之基準運轉時分數據。而臺鐵局進行測試之目的在取得數據供其排點及其他用途之用，因此並無必要以所有之車種、在所有之路段與方向，進行所有四種停靠模式之測試。

目前本計畫經臺鐵局協助，已取得完整之基準運轉時分資料，正在納入資料庫中以供後續運用。完成資料之正規化後，本計畫將使用軟體工具將之與真實班表之站間運轉時分相比對，以確認其完整性以及有效性。

5.5 車站慣用月台及股道

本計畫經臺鐵局協助，已取得臺鐵本線各站之慣用月台及股道資料，完整呈現各站上下行方向之慣用股道以及所對應之月台。經檢視除了平和站與大富站之外均屬完整。本項資料除了可大幅提升運轉分析之精確度外，並含有股道與月台之對應資訊。觀察圖 5.1 至圖 5.13 各圖可以發現，在臺鐵行控中心顯示面板雖有明確標示所有車站各股道之編號以及股道與月台之相對位置，但並未標示月台編號。而此資料正可與之互補。

第六章 鐵路建設資料

目前臺鐵局及鐵道局均持續執行多項鐵路相關之建設專案。本計畫擬對此進行有系統之整理其路線及其他規劃，以臺鐵系統之運轉為出發點呈現多項工程之綜合全貌。並擬在本計畫第二年期持續更新之。

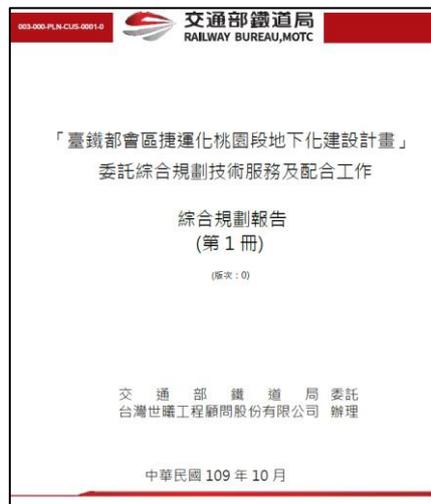
6.1 桃園都會區鐵路地下化計畫

依交通部鐵道局網站資料^[30]，行政院於 98 年 2 月 27 日核定，同意辦理「臺鐵都會區捷運化桃園段高架化建設計畫」(院臺交字第 0980008165 號函)。之後復經行政院 109 年 9 月 2 日核定，同意辦理「臺鐵都會區捷運化桃園段地下化建設計畫」(院臺交字第 1090024447 號函)。該計畫之預定期程為 109 年 9 月至 119 年 12 月，為期 10 年 3 個月。計畫範圍北起於鶯歌區鳳鳴陸橋北側(K53+255)，迄於平鎮區台 66 線附近(K71+200)，全長約 17.945 公里，其中新北鳳鳴段長約 2.120 km，桃園段長約 15.825 km。計畫路線如圖 6.1 所示。於鐵路地下化後將設置 8 座車站，依里程順序為鳳鳴站、桃園站(既有)、中路站、桃園醫院站、內壢站(既有)、中原站、中壢站(既有)、平鎮站。以改建路線全長 17.945 公里計，站間平均間距約為 2.2 公里。所有站均為地下車站。計畫之經費為新臺幣 1047.93 億元。目前該計畫已在 109 年 10 月完成綜合規劃，其報告書^[31]封面如圖 6.2 所示。



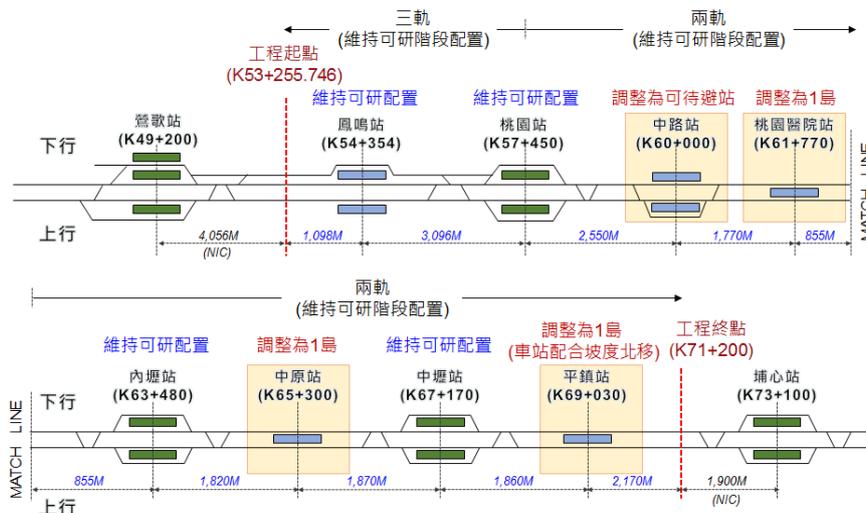
資料來源：臺鐵都會區捷運化桃園段地下化建設計畫綜合規劃報告

圖 6.1 桃園都會區鐵路地下化計畫路線示意圖



資料來源：臺鐵都會區捷運化桃園段地下化建設計畫綜合規劃報告

圖 6.2 桃園都會區鐵路地下化計畫綜合規劃報告封面

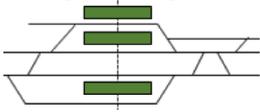
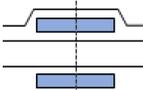
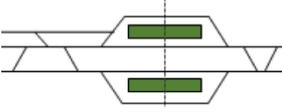
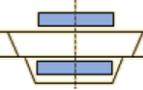
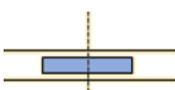
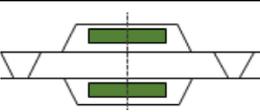
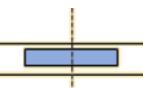
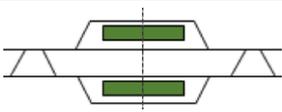
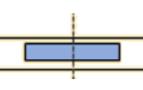


資料來源：臺鐵都會區捷運化桃園段地下化建設計畫綜合規劃報告

圖 6.3 桃園都會區鐵路地下化計畫各車站月台股道建議配置

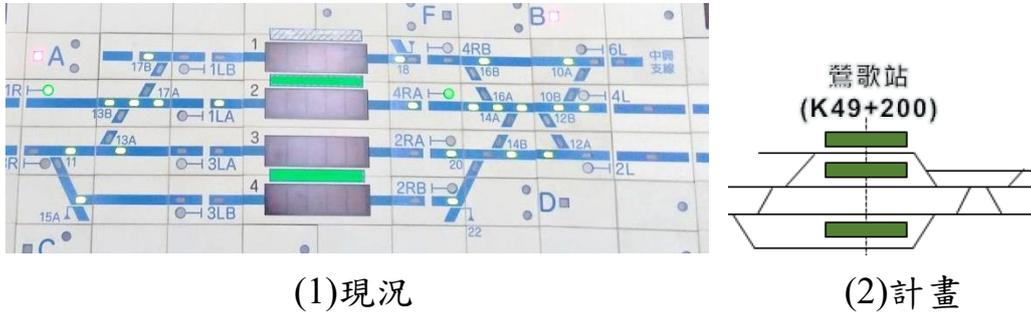
本計畫各車站之股道佈置示意如圖 6.3，並整理如表 6-2 所示。該表並呈現計畫範圍內相鄰車站間之距離。表中數據顯示多數站間距離均低於 2 公里，最近者為中路站與桃園醫院站之間僅有 1710 公尺之距離。若扣除車站本身的長度，再考慮列車本身之長度(目前引進中之 EMU900 型列車可長達 12 輛車，250 公尺，詳第 4.2 節)，其站間距離顯然甚短。

表 6-1 桃園都會區鐵路地下化計畫相關各車站資訊

車站名稱	里程	與下站距離 (公尺)	股道配置	說明
鶯歌站	K49+200	4,056		計畫範圍外
鳳鳴站	K54+354	3,096		新設站
桃園站	K57+450	2,550		既有站
中路站	K60+000	1,770		新設站
桃園醫院站	K61+770	1,710		新設站
內壢站	K63+480	1,820		既有站
中原站	K65+300	1,870		新設站
中壢站	K67+170	1,860		既有站
平鎮站	K69+030	4,070		新設站

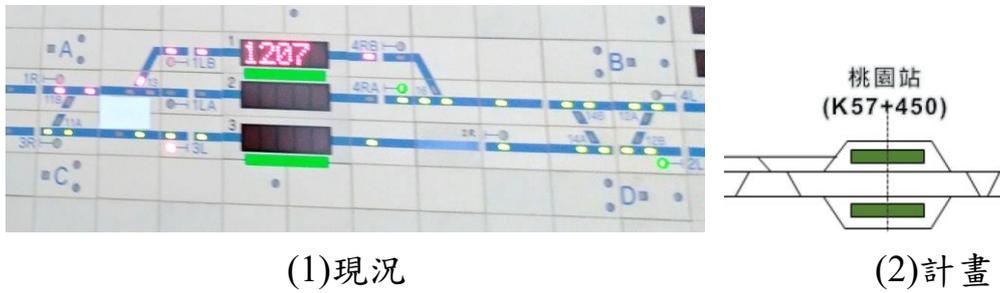
依該綜合規劃報告書^[31]之說明，計畫路段將在鶯歌站、鳳鳴站至桃園站之間佈設第 3 軌。其中鳳鳴站為新設之車站，鶯歌站與桃園站

未來之軌道佈置須配合改變。該二站之現況以及計畫之比較示於圖 6.4 及圖 6.5。



資料來源：臺鐵行控中心顯示面板

圖 6.4 桃園都會區鐵路地下化計畫鶯歌站股道配置圖



資料來源：臺鐵行控中心顯示面板

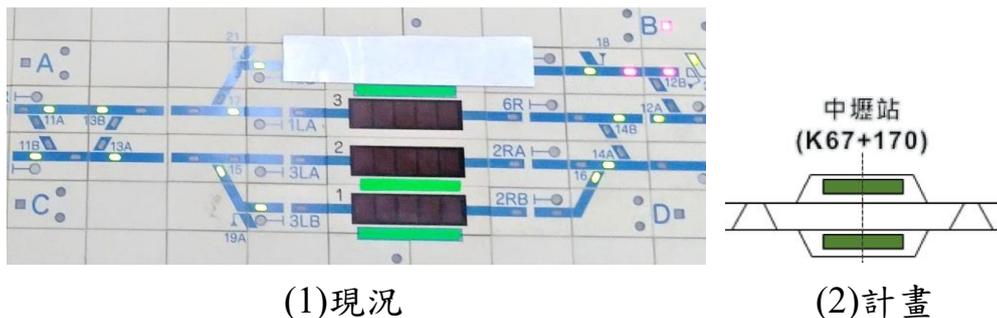
圖 6.5 桃園都會區鐵路地下化計畫桃園站股道配置圖

除了上述各站外，內壢站與中壢站之軌道佈置亦將有所改變，比較如圖 6.6 及圖 6.7 所示。



資料來源：臺鐵行控中心顯示面板

圖 6.6 桃園都會區鐵路地下化計畫內壢站股道配置圖



資料來源：臺鐵行控中心顯示面板

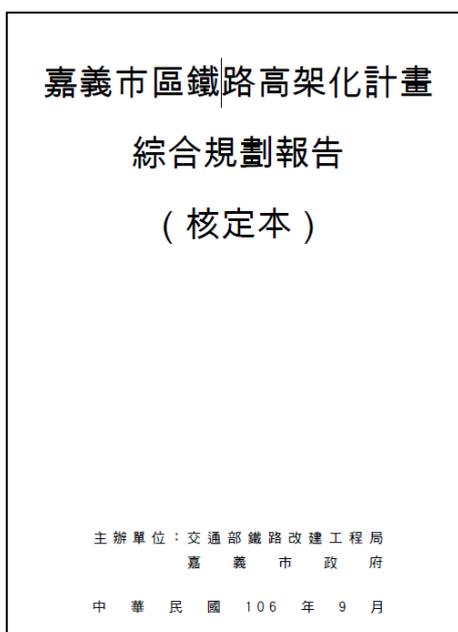
圖 6.7 桃園都會區鐵路地下化計畫中壢站股道配置圖

6.2 大臺中地區山海線計畫

依交通部鐵道局網站資料^[32]，臺中市政府考量為使區域均衡發展，串聯山海環線，強化中部區域整合發展，辦理大臺中地區山海線計畫。該計畫區分為山線(長度 3.7 公里)、彩虹線(長度 14.3 公里)及海線(長度 25.9 公里)。臺中市政府於 110 年 5 月 4 日將可行性研究修正報告提送交通部辦理審查。

6.3 嘉義縣市鐵路高架化計畫

本計畫辦理將臺鐵系統在嘉義之路段予以高架化。目前已完成綜合規劃報告，封面如圖 6.8 所示。本計畫之目標在消除鐵路兩側地區發展阻隔、提供嘉義都會快捷之運輸交通、改善平交道對道路交通之影響、強化市容等^[33]。目前嘉義縣政府考量為使區域均衡發展，建議「嘉義市區鐵路高架化計畫」向北延伸至民雄鄉、往南延伸至水上鄉，並辦理可行性評估作業^[34]。



資料來源：嘉義市區鐵路高架化計畫綜合規劃報告

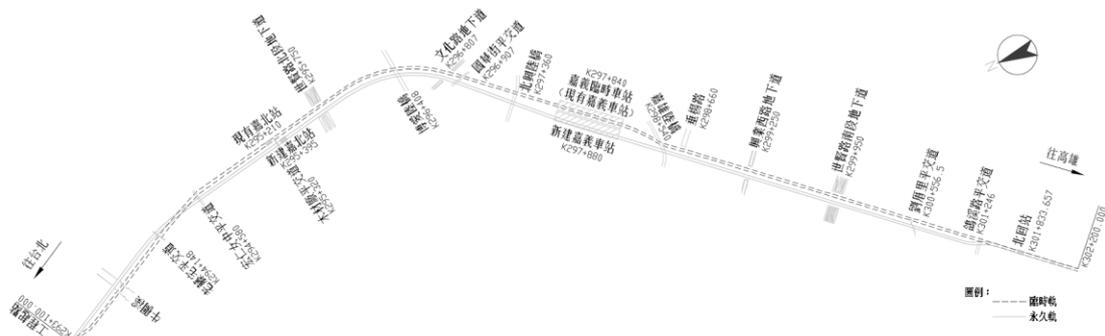
圖 6.8 嘉義市區鐵路高架化計畫綜合規劃報告封面

嘉義縣市鐵路高架化計畫之工程範圍北起嘉北站北方，終點在水上站北方，長約 10.9 公里。涵蓋既有站嘉北站、嘉義站，新建嘉義(水上)車輛基地、北回歸線站，如圖 6.9 及圖 6.10 所示。



資料來源：嘉義市區鐵路高架化計畫綜合規劃報告

圖 6.9 嘉義市區鐵路高架化計畫工程範圍示意圖 1

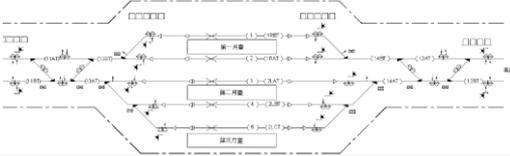
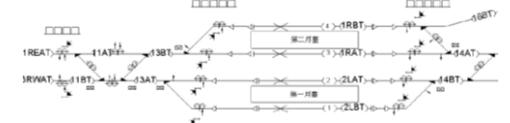


資料來源：嘉義市區鐵路高架化計畫綜合規劃報告

圖 6.10 嘉義市區鐵路高架化計畫工程範圍示意圖 2

依綜合規劃^[33]之說明，該計畫將在嘉義站之南側新設北回站，並調整嘉義車輛基地之位置。相關車站資料列表於表 6-2。

表 6-2 嘉義市區鐵路高架化計畫各車站資訊

車站名稱	里程	與下站距離(公尺)	股道配置	說明
嘉北站	K295+430	2,450		既有站
嘉義站	K297+880	3,954		既有站
北回站	K301+834			新設站

以下圖 6.11 所示為嘉北站現況與計畫之比較。該站目前僅有 2 股道及 2 座岸壁式月台而無橫渡線，未來亦無變更。



(1)現況



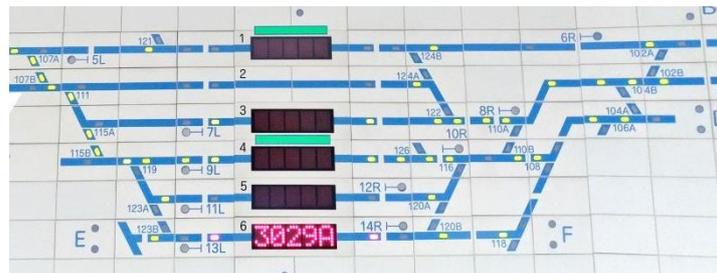
(2)計畫

資料來源：臺鐵行控中心顯示面板、嘉義市區鐵路高架化計畫綜合規劃報告

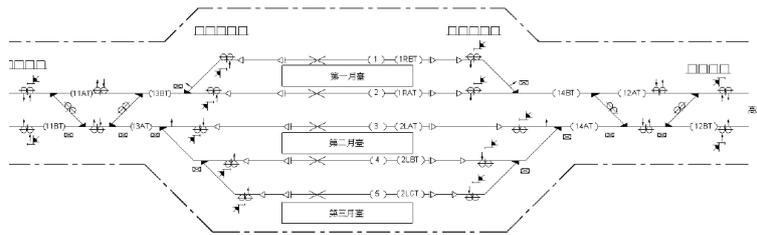
圖 6.11 嘉義市區鐵路高架化計畫嘉北站股道配置圖

以下圖 6.12 則為嘉義站現況與計畫之比較。目前嘉義機務段車輛基地之列車均由嘉義站進出，並在嘉義站設有拖上線，具有嘉義站與基地之間，車輛進出時之緩衝功能。依綜合規劃^[33]之說明，未來進

出基地功能將移至新設之北回站，如圖 6.13 所示。於北回站之南側(圖 6.13 右方)，上方 2 股道即為由北回站進出車輛基地之股道，連接到圖 6.14 左下方所示之股道。觀察圖 6.13 可發現其進出基地之股道設計略似北湖站經新富站進出富岡基地之佈設方式(圖 6.15)。目前嘉義站同時做為進出基地，以及大量列車折返之車站。未來嘉義站股道縮減，臺鐵如何妥適運用嘉義站與北回站達到支持列車之折返需求以及進出基地之需求，可能需要深入分析規劃。



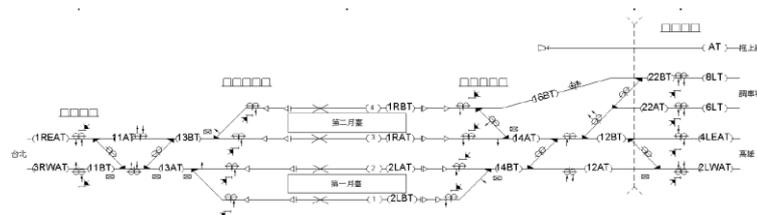
(1)現況



(2)計畫

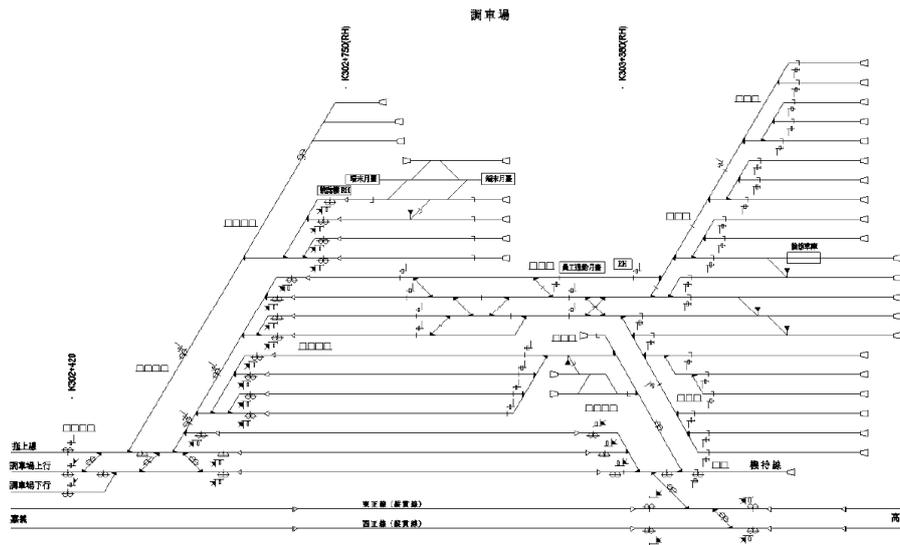
資料來源：臺鐵行控中心顯示面板、嘉義市區鐵路高架化計畫綜合規劃報告

圖 6.12 嘉義市區鐵路高架化計畫嘉義站股道配置圖



資料來源：嘉義市區鐵路高架化計畫綜合規劃報告

圖 6.13 嘉義市區鐵路高架化計畫北回站股道配置圖



資料來源：嘉義市區鐵路高架化計畫綜合規劃報告

圖 6.14 嘉義市區鐵路高架化計畫嘉義調車場股道配置圖



資料來源：臺鐵行控中心顯示面板

圖 6.15 北湖站、新富站及連接富岡基地之股道配置圖

6.4 彰化市鐵路高架化計畫

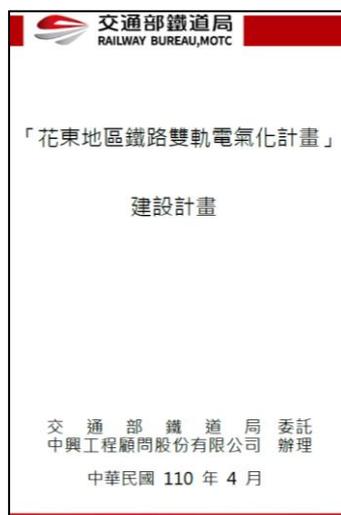
依交通部鐵道局網站資料^[35]，本計畫北起大肚溪南岸，南迄大埔截水溝，全長 9.5 公里，將以原線高架 4 軌佈設方式規劃。該計畫將消除 4 處平交道，並新設金馬站及中央站 2 座車站。

6.5 宜蘭縣鐵路高架化計畫

宜蘭縣政府規劃宜蘭縣鐵路高架化案，並由鐵路改建工程局於 97 年 7 月 1 日審查通過。該計畫全長 15.6 公里，分為宜蘭段及羅東段。前者由四城至女中路，而後者則由二結至冬山河橋^[36]。

6.6 花東地區鐵路雙軌電氣化計畫

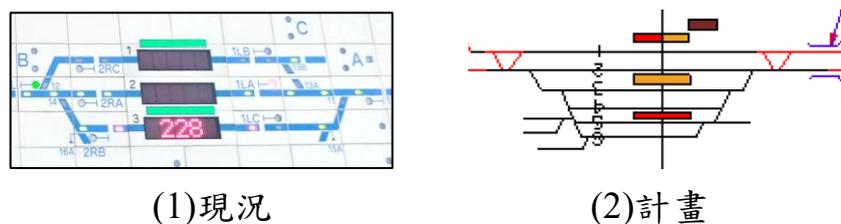
本計畫之可行性研究經行政院 106 年 5 月 2 日院臺交字第 1060086961 號函核定，而綜合規劃則經行政院 110 年 4 月 8 日院臺交字第 1100003774 號函核定^[37]。「花東地區鐵路雙軌電氣化計畫」建設計畫^[31]封面如圖 6.16 所示。



資料來源：花東地區鐵路雙軌電氣化計畫

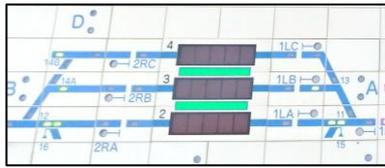
圖 6.16 花東地區鐵路雙軌電氣化計畫建設計畫封面

該計畫之範圍北起花蓮站，南至位在臺東站南方之知本站，全長約 162.5 公里，設有 29 處車站。以里程計時，現況大約有 30%之路段為雙線運轉，其餘為單線運轉。而該路段已全部完成電氣化。本計畫需要或大或小幅度改變股道佈置之車站計有吉安站、志學站、平和站、壽豐站、大富站、富源站、玉里站、東里站、東竹站、富里站、池上站、關山站、瑞和站、瑞源站、鹿野站、山里站、康樂站及知本站，共計 17 站。其現況以及計畫佈置對照整理於圖 6.17 至圖 6.34。

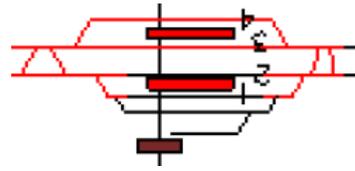


資料來源：臺鐵行控中心顯示面板

圖 6.17 花東地區鐵路雙軌電氣化計畫吉安站股道配置圖



(1)現況



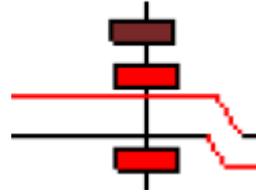
(2)計畫

資料來源：臺鐵行控中心顯示面板

圖 6.18 花東地區鐵路雙軌電氣化計畫志學站股道配置圖



(1)現況



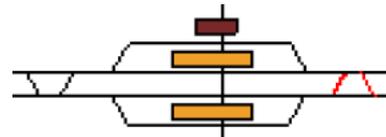
(2)計畫

資料來源：臺鐵行控中心顯示面板

圖 6.19 花東地區鐵路雙軌電氣化計畫平和站股道配置圖



(1)現況



(2)計畫

資料來源：臺鐵行控中心顯示面板

圖 6.20 花東地區鐵路雙軌電氣化計畫壽豐站股道配置圖



(1)現況



(2)計畫

資料來源：臺鐵行控中心顯示面板

圖 6.21 花東地區鐵路雙軌電氣化計畫大富站股道配置圖



(1)現況



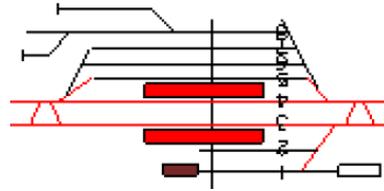
(2)計畫

資料來源：臺鐵行控中心顯示面板

圖 6.22 花東地區鐵路雙軌電氣化計畫富源站股道配置圖



(1)現況



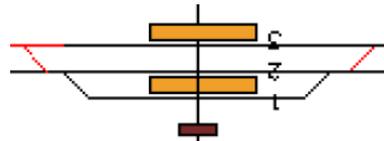
(2)計畫

資料來源：臺鐵行控中心顯示面板

圖 6.23 花東地區鐵路雙軌電氣化計畫玉里站股道配置圖



(1)現況



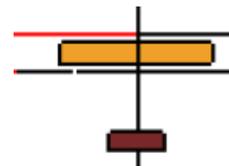
(2)計畫

資料來源：臺鐵行控中心顯示面板

圖 6.24 花東地區鐵路雙軌電氣化計畫東里站股道配置圖



(1)現況



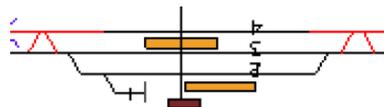
(2)計畫

資料來源：臺鐵行控中心顯示面板

圖 6.25 花東地區鐵路雙軌電氣化計畫東竹站股道配置圖



(1)現況



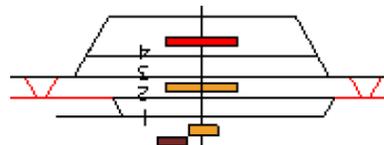
(2)計畫

資料來源：臺鐵行控中心顯示面板

圖 6.26 花東地區鐵路雙軌電氣化計畫富里站股道配置圖



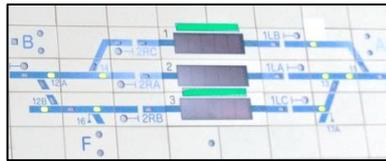
(1)現況



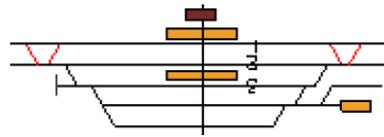
(2)計畫

資料來源：臺鐵行控中心顯示面板

圖 6.27 花東地區鐵路雙軌電氣化計畫池上站股道配置圖



(1)現況



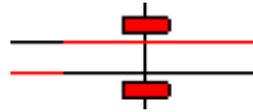
(2)計畫

資料來源：臺鐵行控中心顯示面板

圖 6.28 花東地區鐵路雙軌電氣化計畫關山站股道配置圖



(1)現況



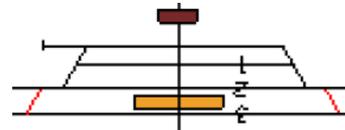
(2)計畫

資料來源：臺鐵行控中心顯示面板

圖 6.29 花東地區鐵路雙軌電氣化計畫瑞和站股道配置圖



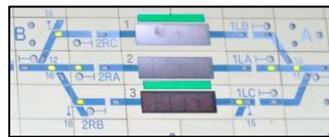
(1)現況



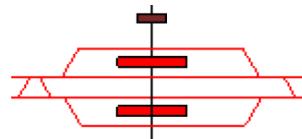
(2)計畫

資料來源：臺鐵行控中心顯示面板

圖 6.30 花東地區鐵路雙軌電氣化計畫瑞源站股道配置圖



(1)現況



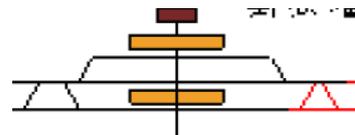
(2)計畫

資料來源：臺鐵行控中心顯示面板

圖 6.31 花東地區鐵路雙軌電氣化計畫鹿野站股道配置圖



(1)現況



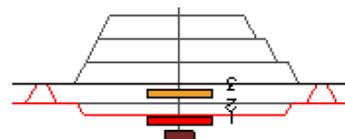
(2)計畫

資料來源：臺鐵行控中心顯示面板

圖 6.32 花東地區鐵路雙軌電氣化計畫山里站股道配置圖



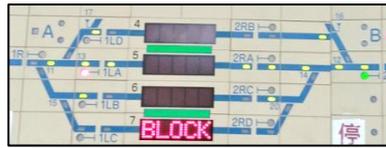
(1)現況



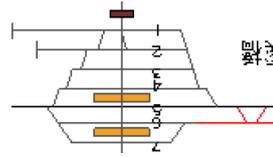
(2)計畫

資料來源：臺鐵行控中心顯示面板

圖 6.33 花東地區鐵路雙軌電氣化計畫康樂站股道配置圖



(1)現況



(2)計畫

資料來源：臺鐵行控中心顯示面板

圖 6.34 花東地區鐵路雙軌電氣化計畫知本站股道配置圖

6.7 北宜鐵路提速工程計畫(含高鐵延伸宜蘭)規劃作業

本案之範圍位於臺鐵系統之南港站到花蓮站之間^[38]，其辦理情為，於 102 年 8 月啟動綜合規劃作業，復於 106 年 10 月啟動「北宜鐵路提速工程規劃暨環境評析」評估作業。鐵道局於 108 年陳報「臺鐵南港至花蓮提速改善計畫」(北宜新線)綜合規劃成果後，交通部指示納入高鐵延伸宜蘭議題後再行提報。

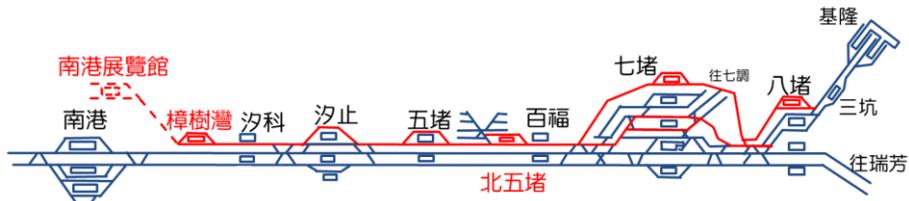
6.8 基隆南港間通勤軌道建設計畫

本案之目的在改善基隆至南港間之路軌，以紓緩該運輸走廊之鐵路運輸負荷、滿足捷運通勤化需求以及提升東北角旅運服務^[39]。所研究之範圍如圖 6.35 所示。該可行性研究報告書提出 2 個建議方案，如圖 6.36 及圖 6.37 所示。其中方案 1 之預估總建設經費約為 74.3 億元，而方案 2 則約為 103.3 億元。



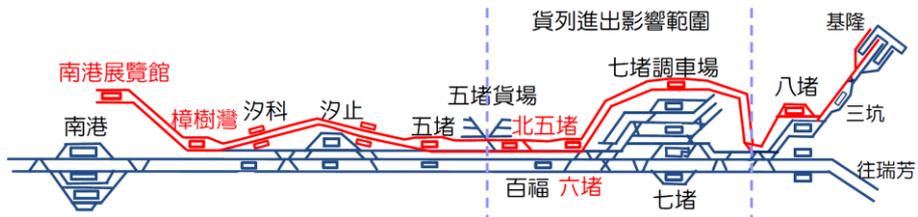
資料來源：基隆南港間通勤軌道建設計畫可行性研究報告

圖 6.35 基隆南港計畫研究範圍



資料來源：基隆南港間通勤軌道建設計畫可行性研究報告

圖 6.36 基隆南港計畫建議方案 1



資料來源：基隆南港間通勤軌道建設計畫可行性研究報告

圖 6.37 基隆南港計畫建議方案 2

第七章 鐵路供需分析

7.1 基本概念

鐵路系統之最重要基本任務是透過各種運轉作為以創造運輸能量，用以服務社會經濟活動所產生之運輸需求。而本計畫之主軸即在開發重要的核心技術，再將這些技術開發成為實務上可用以進行供給及需求進行整體分析與評估之軟體工具。目前我國投入大量公共資源，進行多項鐵路建設計畫。相關政府機關在研究各建設計畫之方案、進行經費及其他審議等評估工作時，必須以整體鐵路系統之視點切入，通盤掌握鐵路系統滿足運輸需求之能力。而本計畫之重要目的之一，即在開發可做為科學化、系統化供需分析工具之技術及軟體系統。

在進行供需分析的同時，必須務實評估建設計畫方案完工之後，可能產生之運輸能力以及運輸品質。此部分之分析即為鐵路運轉分析之範疇。前述供需分析，以及此處運轉分析，二者之關係如圖 7.1 所示意。前者較偏重政策面，而後者較偏重執行面。舉例來說，「臺鐵捷運化」屬政策面之決策，其意涵在撥出更大部分臺鐵系統之運輸能力以服務短途通勤旅次；而在此政策下於都會區設置更多之車站、開行更高比例之區間車等，即屬執行面之運轉課題。

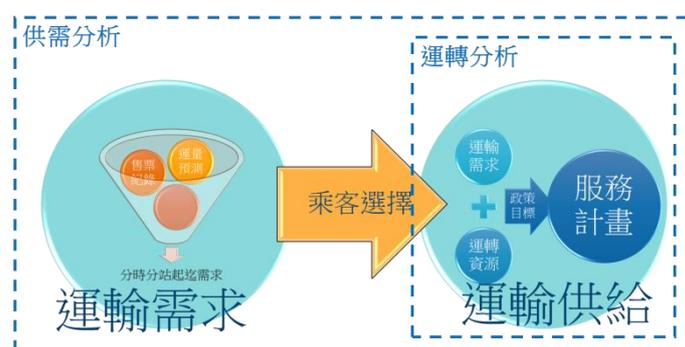


圖 7.1 鐵路供需分析及運轉分析示意圖

如圖 7.1 所示意，供需分析與運轉分析關係密切不可分割，但並不全然等同，使用者亦不盡相同。如前所論述，供需分析位在較上位，

其使用者較偏向交通部及相關部屬機關等政策研擬及評估者；運轉分析則在較下位，其使用者較偏向臺鐵局或其他維運鐵路系統之鐵路機構等執行者。有關供需分析之各面向論述、技術及軟體可參考本所過去之成果^[1-2]。本章後續各節則將先對鐵路運轉分析作基本論述，再進入更深入之技術課題。

7.2 鐵路運轉分析

如圖 7.1 所示意以及相關論述，臺鐵局或維運鐵路系統之鐵路機構進行鐵路運轉分析之目的，在評估於各種情境之下該管鐵路系統可產出之運輸能力以及運輸品質，做為供需分析之重要參據。觀察目前實務狀況，臺鐵局經常面對之運轉分析需求可分為以下 2 類：

1. 在某項鐵路建設計畫(例如花東雙線化、或基隆南港間通勤軌道建設計畫等)完工之後，臺鐵系統可提供之運能如何？
2. 在目前鐵路系統之條件下，臺鐵系統可加開多少車次？

若將「目前鐵路系統條件」視為情境 0，則上述 2 類問題之本質實屬同一類：在給定之情境下，臺鐵系統可提供之運能如何？

若投射回到圖 7.1 所示意之架構，上述這個重要問題，其目的即是在希望得到運轉分析之結果，做為更上位的供需分析的重要參據。

雖然目前實務上此類分析多聚焦在運輸能力，但運輸品質亦具有相同的重要性，且與運輸能力不可分割，因此以下之討論均一併考慮運輸能力與運輸品質。

在進行政策方案評估的階段，自然不可能以試運轉之方式進行評估以得到上述重要問題的答案。此時依各種情境所試排之班表即可做為重要工具。鐵路為高度計畫性之運輸系統；在一個鐵路系統中，對於營運者而言班表實位居各種運轉計畫之中心。班表描述了該鐵路系

統在運轉過程中，所有車次在時間空間中之軌跡，而其他之車輛運用計畫、人員運用計畫等重要計畫，大部分均以支持班表為目的。在另一方面，對乘客而言班表則為選擇服務之選單；班表向乘客呈現鐵路系統所提供之服務內容，供乘客依其需求及偏好進行選擇。

以班表為中心之鐵路運轉分析架構可示意如圖 7.2。鐵路機構之分析者依所設定之情境以及社會之運輸需求，先擬定服務計畫。該服務計畫之內容與班表類似，但並不考慮路軌上列車間衝突之狀況，而是著重在鐵路系統所提供之服務，主要為規劃擬開行之車次清單，各車次之起迄車站、所使用車型、停站模式、理想發車時間以及編組運用計畫(亦即使用同一車輛編組之前後車次接續之狀況)等。

於擬定服務計畫之後，即可據以試排班表。若服務計畫所擬開行之車次超過路軌系統所能支持之能力，亦可在試排班表之階段發現，並據以修正服務計畫。若服務計畫所擬開行之車次可排出無衝突之班表，則可據以進行更多之統計分析，例如估算各車站之路塞潛勢指數、統計比較不同情境下(例如工程前與工程後)各車種在工程區段之運行時間、待避追越次數之變化等等。

圖 7.2 所示之鐵路運轉分析 3 階段，亦涵蓋了運輸能力與運輸品質兩個面向。其中擬定服務計畫之階段著眼在規劃如何開行車次以回應社會之運輸需求，屬較偏運輸能力之面向；統計指數分析之階段則著重在瞭解、分析依該服務計畫進入執行階段之後，預期可能達到之準點狀況、運行時間等運輸服務品質之面向。



圖 7.2 鐵路運轉分析架構圖

前述服務計畫擬定、試排班表以及統計分析 3 個階段各有其複雜之處。如前節圖 7.2 以及第二章圖 2.1 所示，鐵路運轉分析可由供給模式、解衝突模式以及運轉模擬分析模式來達成。這些模式之核心技術開發可參考本所過去之成果^[1, 2]。至於其軟體實作則將於後續第 8.1 節說明之。

以圖 7.2 所示意之架構為基礎，回應本節第 1 段所提出，目前實務狀況，臺鐵局經常面對之 2 類運轉分析需求，其具體作法為：

1. 欲瞭解在某項鐵路建設計畫完工之後臺鐵系統可提供之運能如何，可於擬定服務計畫之階段配合該建設計畫之情境(例如雙線化、車站增減、基地遷移等)調整所擬開行之車次。之後依服務計畫試排班表，並對服務計畫做必要之調整。最後依所得之班表進行統計分析。
2. 欲瞭解在目前鐵路系統之條件下，臺鐵系統可加開多少車次時，則可先擬定所欲加開之車次以及欲同時調整或刪除之現有車次成為服務計畫，再以此進行班表試排，並對服務計畫做必要之調整。最後依所得之班表進行統計分析。

綜合以上之論述，依圖 7.2 所示意之架構進行運轉分析之後，可得到無衝突之班表及其相關統計。這些資訊可具體呈現在所設定之情

境下鐵路系統可望提供之運輸能力與運輸品質，做為上位供需分析之重要參據。

在圖 7.2 所示意之 3 步驟運轉分析架構中，解衝突模式位居最關鍵之角色。解衝突模擬提供了一個直接的工具，以檢驗鐵路路軌是否具有足夠的能力以容納服務計畫所擬出之車次，亦即班表試排。若可順利完成班表試排，則所得到之班表即可供進一步統計分析之用。

目前國內有能力對臺鐵系統進行解衝突、班表試排之單位，除臺鐵局之外並不多見。絕大部分之政府機關或顧問公司均少有具備此種高度技術之人員。此一限制使得分析人員僅能以路線容量分析取代運轉分析，亦即依情境之條件估算鐵路相對應之路線容量，並以此做為上位供需分析之參據，進而做為決策參考。至於未來可能開行之車次行程、預期之運輸品質等，則僅能依規劃人員之知識與經驗作專業判斷，而無法進行數量化之具體分析。

本所在前期研究^[1-2]已開發了自動解衝突之核心技術，亦即圖 7.2 所示之解衝突模式。而本計畫長遠目標之一，是將此模式納入智慧鐵路平臺中，使多數分析人員均能夠完成完整之運轉分析。

7.3 路線容量分析

鐵路路線容量分析之目的在瞭解一段鐵路路線在單位時間內所能通行之車次數。如前節所述，在具備排點技術之人員稀少、自動化軟體未到位之現實狀況下，實務上常以路線容量分析取代運轉分析。國際文獻^[40]指出，目前國際上最廣為使用之路線容量分析方法為班表壓縮法。以下各節將先回顧此方法，再說明本計畫如何以班表壓縮法結合自動解衝突技術，成功開發本土化、與國際接軌、且適用於臺鐵系統之路線容量分析方法。

7.4 班表壓縮法基本概念

鐵路的班表壓縮法是 UIC(International Union of Railways)於 2004 年^[20]所提出來的方法，該機構並於 2013 年發布更新版本^[21]。該文件之標題為「Capacity」，目的在提出方法以評估一段鐵路依一份給定班表運行車次時，所使用到的路線容量。本小節將整體介紹此方法，並稱之為「UIC406 法」。班表壓縮法為目前國際上最廣為使用之路線容量使用率評估方法^[40]。在上述文件^[20]第 1.2 節明確指出：**鐵路並沒有絕對的容量值；其容量係由路軌及班表所共同決定。**因此鐵路之路線容量分析必須充份考慮所擬執行之班表，方有意義。同文件第 1.3 節亦指出評估鐵路之路線容量時，並不宜使用「每小時若干列次」之類的值來衡量，而是建議應於壓縮班表之後，評估執行該班表使用了可用容量之百分比以及所剩餘之容量百分比。該文件^[20]亦於第 3.1 節指出，有容量剩餘並不同於可排入更多的車次，並於第 4.1 節說明是否能夠排入更多的車次，應該要以班表試排來作判斷。

本報告將一份班表中，最早的發車時間與最晚的收車時間，兩者間之時間差距稱為班表之「時間跨度」，或簡稱為「跨度」。例如，若一份班表中最早之發車時間為 6:00，而最晚之收車時間為 22:30，則此份班表之時間跨度即為 16.5 小時，或 990 分鐘。

在鐵路班表中，不可避免必存在列車佔用之時間空檔，而 UIC406 法之基本概念即是調整班表中列車之行點(亦即在各閉塞區間之佔用與釋放時分)，在維持最小安全時隔的條件下壓縮前後車次之間的時間間隔，以儘量「壓縮」班表所佔用之總時間跨度。

經壓縮所得之最小跨度即為在給定的路軌上，完成所分析之班表所需要之最少時間。以最小跨度為分子，以鐵路機構所訂定之全日營業時間(例如 20 小時)為分母，相除即可得到該班表之「佔用時間百分比」(occupancy time rate)，而未佔用之部分即為容量剩餘(leftover capacity)^[20]。需要注意的是：

1. 鐵路系統不可能在無容量剩餘之狀況下順暢運轉，因此於規劃時不可用盡所有容量。
2. 有剩餘容量並不同於可在班表中排入更多車次。依 UIC^[20]之建議，排入更多車次之可行性應以試排班表探討之，不可依容量分析之結果直接認定。

班表壓縮之概念可示意如圖 7.3，其中左側為原班表，而右側則為壓縮後之班表。圖中可觀察在壓縮之後，班表時間跨度縮小之狀況。而 UIC406 法進行壓縮之方法，是維持每一班列車佔用每一閉塞區間之時間長度不變，亦即沿時間軸平移各車次之軌跡線。

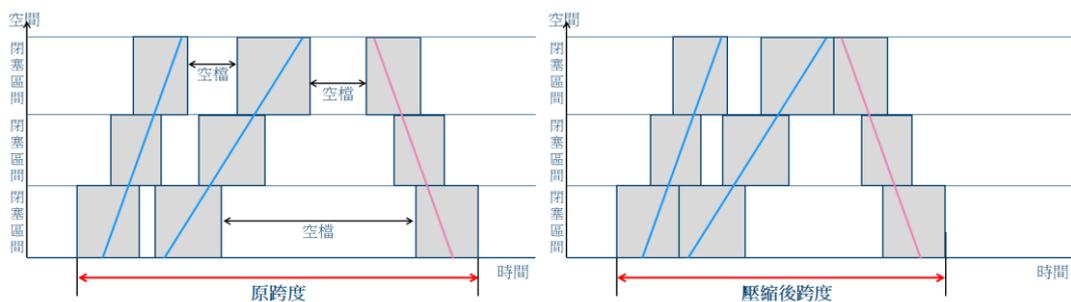


圖 7.3 UIC406 法基本概念示意圖

此處「佔用時間比例」之概念接近評估公路容量時常用之「流量容量比」(volume over capacity, V/C)，亦即以全日營業時間、亦即為鐵路機構在一日當中可使用路軌系統的時間為分母，而分子最小跨度則為執行該班表時，不計其中之時間空檔所實際使用到的時間。上述計算可用以下簡式表示之。

$$V/C = \text{佔用時間比例}[\%] = \text{班表最小跨度} / \text{全日營業時間} \times 100$$

雖然公路與鐵路之容量分析均可使用流量容量比之概念，但鐵路與公路系統之主要差異在於公路上車輛與車輛之間的互動方式，相對較接近流體，因此可用公路車流理論描述之，再以跟車模式為主要依據推導出可類比於流體在水管中流動方式之容量評估模式。然而在鐵路系統中列車受制於軌道，所有列車均依循號誌之管制而運行，並無

跟車模式；流體在水管中之流動亦無從類比對鐵路容量影響重大之同向追越、反向交會、待避等列車互制現象。因此 UIC 所建議之班表壓縮法雖然觀念接近公路常用之流量容量比 V/C 概念，但其評估過程之基礎學理依據與公路容量之計算差異甚遠。

文獻^[20]提出 UIC406 法時，並未詳細說明車站之處理方式。因此過去使用此法時，不可避免必須將所分析之路段切割成為較小之路段。研究成果^[41]顯示，進行鐵路之路線容量分析時，切割分段分析其容量，再以其中容量最小者代表全路段之容量，雖然直觀但有可能產生誤導之結果；該研究強調不分割而整體分析實有其必要性。而文獻^[42]亦強調此一觀點。然而亦指出班表之壓縮在車站處具有相當之複雜性，因此建議使用 UIC406 法時，應僅在分歧站、站間股道數有變化之車站或端點站切割之，以迴避在這些複雜的車站進行班表壓縮之複雜問題。至於可交會或追越之車站，文獻僅建議簡略之壓縮方法。

該文獻^[42]之論述可綜合成為以下數點：

1. UIC406 法是一個簡單易使用之方法，可用以估計指定的班表在指定的路軌上執行時，所需要的最小班表跨度。
2. 鐵路之路線容量係由班表及路軌所共同決定，亦即對同一路軌而言，其容量將因班表而異。
3. 由於在車站處壓縮班表具有相當之複雜性，使用 UIC406 法時必須將擬分析容量之路線，在較複雜的車站處予以分割。
4. 分割分析之結果並不能代表整條路線，因此 UIC406 法僅能分析路段之容量而無法分析路線容量。

由上述論述可發現，在車站處之複雜狀況造成 UIC406 法之應用障礙。而 UIC 於 2013 年發布之更新版本^[21]即對此多有著墨，提出在車站處進行班表壓縮之較完整方法。其後 Weik 等學者於 2020 年又針對車站處之班表壓縮提出更完整之模式^[40]，但其模式之能力仍不足以直接用於處理臺鐵之狀況。而本所於 108^[1]、109^[2]年所開發之智慧鐵

路平臺所具有之自動解衝突能力，可與 UIC406 法良好搭配，使其能夠順利應用於臺鐵系統之路線容量分析。

7.5 班表壓縮法與自動解衝突技術之結合

如前所述，UIC406 法有其立論基礎及合理之邏輯，但受制於壓縮班表在車站處所產生之複雜性，僅能以分割路段之方式進行分析，而分割分析的結果並不能代表整條路線，因而形成應用此方法之困難。為此亦有學者提出近似方法以估計車站處之容量^[43]，但仍有其限制。另一種迴避此困難點之方法是在複雜的車站處分割路線。此種方法的主要缺點之一是，位在分割點之車站並未經過完整、一體性之分析，成為誤差之重要來源。

壓縮班表時，之所以會在車站處產生複雜性，主要原因有下列三項：

1. 壓縮整條路線之班表時，將改變列車交會及追越之位置。
2. 列車交會及追越位置之改變，影響列車在車站之股道分配。
3. 依規章及其他需求分配列車所使用之股道，具有相當之技術挑戰性。

前述現象，可以圖 7.4 之虛擬簡例說明之。該簡例假設所分析之路線含有 7 處車站，名稱為 A 至 G。車站之間均為單線運行，而車站 A、C、E 及 G 具有 2 股道可待避，其餘車站 B、D 及 F 則僅有單一股道。各車站之股道佈設簡圖示於運行圖之左方。為了方便說明，以下將由 A 至 G 之運行方向稱為上行，而另一方向則稱為下行。

圖 7.4 顯示了上行與下行各 2 列次，總計 4 列之車次。左圖為所欲分析之班表，而右圖則為壓縮後之班表。觀察比較此二圖可發現，經壓縮之後，2 班上行列車之間，以及 2 班下行列車之間的追越站均

由原班表之車站 E，調整到車站 C；而在原班表中並無反向列車交會，但壓縮之後，在車站 E 發生 2 次之列車交會。由此簡例可以發現，在所分析之路段涵蓋車站時，其壓縮過程所須處理之狀況比前述圖 7.3 之狀況要複雜許多。進行班表壓縮之過程中，為了尋求儘量壓縮班表之方式，必須要有適當之技術才能求解列車在車站之交會與追越之適當方法。在缺乏適當技術之狀況下，僅能在複雜的車站處切割路線。切割之後，位在切割點之車站實際上並未完整納入分析，即可迴避分析複雜車站之技術障礙，但這也使分析結果產生相當之誤差。

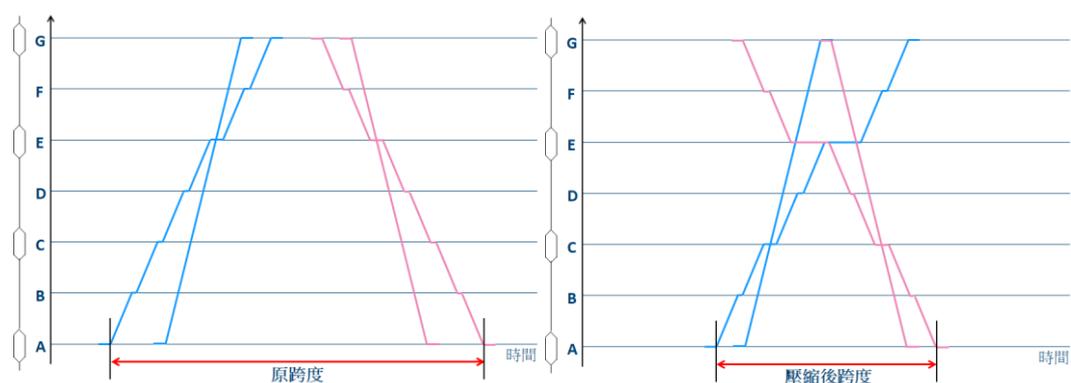


圖 7.4 圖班表壓縮調整交會待避點示意圖

班表壓縮法在較早之版本^[20]中並未對於車站之處理方式作明確之說明，於其更新版^[21]則提出較明確的建議方法。但對於列車追越的部分亦仍不足^[40]。在車站之部分，UIC406 班表文件^[21]說明壓縮法時建議逐一考慮每列車在每車站使用股道之可能性。以下圖 7.5 以臺鐵保安站為例說明之。該圖以臺鐵行控中心顯示面版為背景，標示 2 個行車方向在該站可能使用股道之情形。



圖 7.5 UIC 文件建議車站壓縮方法示意圖

如第 2.1 節所回顧，本所已在 108^[1]、109^[2]年開發多項相關技術，其中之解衝突模式即可求解列車在車站之交會與追越之適當方法，有

效克服前述 UIC406 法應用之障礙。利用此技術即可將班表壓縮法運用於所擬分析之路線以進行整體分析，不必因為車站之複雜性而分割路段，造成分析之誤差。其基本原理，是由所擬分析之真實班表為出發點，在每回合的演算過程中先設定一個略小的目標跨度，再以自動解衝突之技術調整該班表，嘗試縮小班表之跨度。若班表跨度因而略為縮小，則再進一步設定更小之目標跨度，如此反覆求解而逐步縮小班表之跨度。其演算流程如圖 7.6 所示。

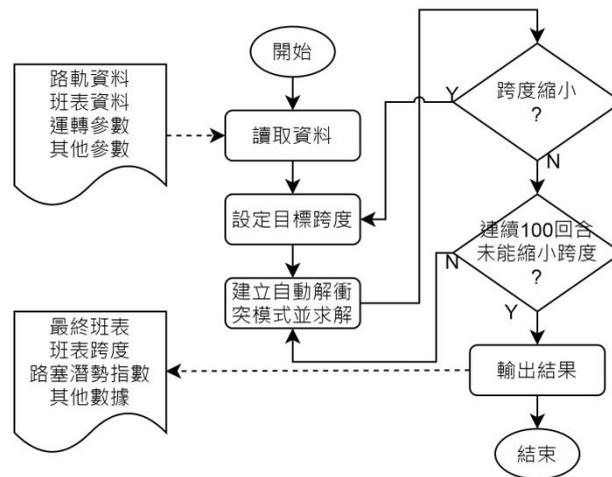


圖 7.6 班表壓縮法流程圖

以下圖 7.7 所示即為使用臺鐵七堵=樹林之路段，並以真實班表進行壓縮之結果，圖之上半部為真實班表之運行圖，而下半部則為壓縮後之運行圖。

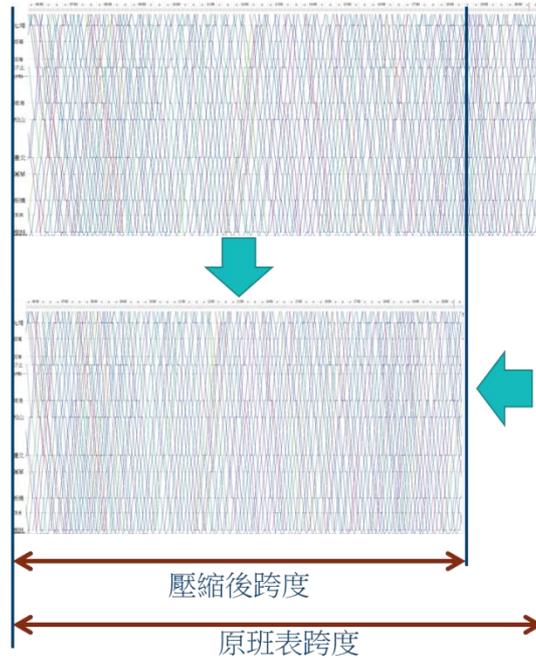


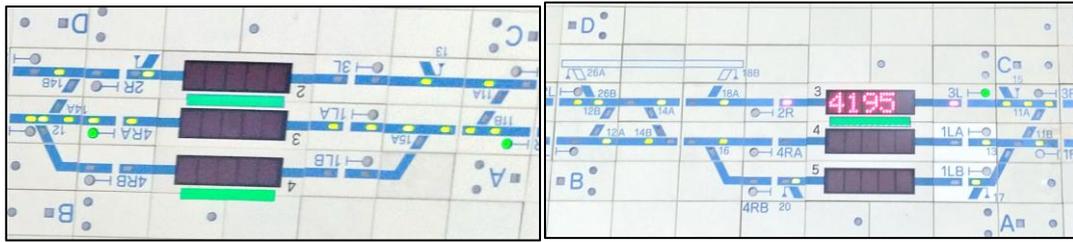
圖 7.7 臺鐵七堵-樹林真實班表壓縮結果

7.6 班表壓縮法之優點

如前所述，鐵路之路線容量係由班表以及路軌所共同決定^[20]。而班表壓縮法可精準考慮路軌以及班表，並且不必分割路線，因此可得到精準之分析結果。有關上述精準度之重要性可進一步說明如下。

1. 路軌精準度之重要性

如第 5.3 節所說明，股道對於運轉之影響，有時差以毫釐，失之千里，看似相近之股道佈設型式，於運轉時相去甚多。圖 7.8 所示之二結站與之保安站乍看之下具有相當類似之股道佈設型態，其實二者之待避功能並不相同；保安站僅可單向待避而二結站雙向均可待避。班表壓縮法使用之解衝突模式可精準考慮每一處車站，不必將變化甚多之車站股道佈設型式粗略分為少數類別。此能力對臺鐵系統甚為重要。



(1)保安站

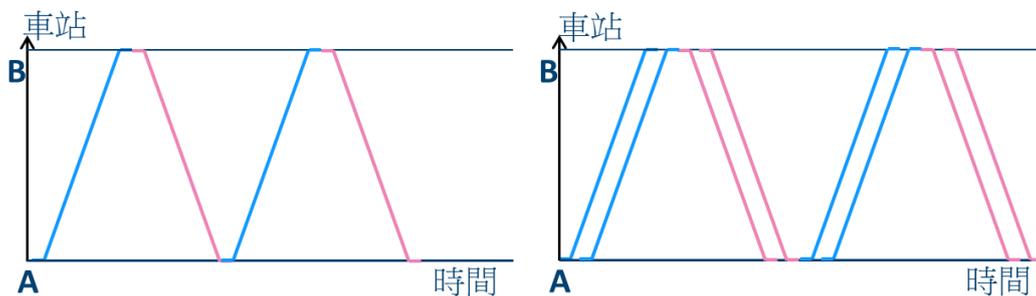
(2)二結站

資料來源：臺鐵行控中心顯示面板

圖 7.8 保安站與二結站股道配置圖

2. 班表精準度之重要性

鐵路之路線容量探究單位時間內可通行之列次數，而如文獻^[20]與^[21]所指出，此數量受到班表之重大影響。茲以一簡例說明之。以下圖 7.9 顯示一段單線路段，兩端各有車站 A 與 B。該圖左右各顯示一組班表之運行圖：左側為「一去一回」之班表，而右側則為「二去二回」之班表。此二組班表之車種組成完全相同，但因為班表不同而有完全不同之容量：在相同之時間內，右側「二去二回」之班表可通行之列次數將遠高於左側「一去一回」之班表。此簡例除了顯示班表於路線容量分析之重要性外，並且顯示分析鐵路之路線容量時，車種組成雖對容量有影響但並不具有完整代表性。



(1)一去一回

(2)二去二回

圖 7.9 車種組完全相同而路線容量不同之簡例

3. 不必分割路線之重要性

分割路線個別進行容量分析將造成誤差，在國際文獻中已有所討論^[41-42]。此外，分割路線進行個別分析，之後再取其中一段代表全路線之容量，亦有邏輯上之弱點。茲以一簡例說明之。假設今欲分析某路線之容量，並予以分割成為 A、B、C 等 3 段，分別得到其容量為 CA、CB、CC。由於每一分段進行容量分析時均隱含假設該段之運轉不受範圍外之影響，因此 CA、CB 與 CC 分別為 A、B、C 等 3 段在僅考慮各自之範圍而不受其他各段影響狀況下之容量。假設之後依某種規則(例如取其最小者)決定以 CB 代表全路線之整體容量，則相當於認定 A+B+C 之全路線，其整體容量等於其中 B 段，在不考慮 A 與 C 之影響下之容量。此種論述之邏輯基礎甚弱，且在國內外文獻均未見學理論述之支持。若除了分割路段之外，再分割行車方向(兩方向獨立分析)則立論更為薄弱，在此不再贅述。

除了上述各點之外，班表壓縮法在估計一組給定的班表在給定的路軌上運轉最小跨度的同時，亦在分析過程中產出相對應的無衝突班表。該班表除了可用以複核確認其跨度外，並可用以進一步直接觀察及統計，用以取得更多之有用資訊(例如觀察貨物列車之影響等)。

以 UIC406^[20-21]之班表壓縮法為基礎，結合自動解衝突技術之後，將具有可規格化之性質。亦即，對臺鐵系統而言，班表壓縮法可一體適用於全線。在路軌方面包含所有車站、本線、支線、三角線(成功、追分、大肚南)、山海環線、十字線(海科館及平溪線)、單雙混合路線、端點站等均可用一致性之方法進行分析。在班表方面則除了最常見之車次運行外，亦包含折返、進出基地、更換車次接續、回送、站內轉線等實務所需之運轉操作，均可用一致性之方式分析之。

可規格化使得班表壓縮法得以開發成為近乎全自動之軟體。使用者只要選擇所欲分析之路線範圍以及班表即可，無需人工介入進行車

站分類、區段分割等工作。高度自動化的結果，使得規劃人員可輕易上手，無須具備專業排點能力即可駕馭具有複雜內涵之班表壓縮法，進行路線容量以及相關分析。

班表壓縮法使用於運轉中之系統時，直接使用真實班表即可進行分析。若用以分析規劃中之未來情境，而無真實班表時，則可使用服務計畫代之。服務計畫具備規劃者所擬開行車次之資訊，包括使用車種、停站模式等，但可能含有多處衝突。如圖 7.6 流程圖所示，班表壓縮法流程中含有自動解衝突之步驟，因此可直接使用服務計畫進行評估，仍可得到正確之結果。

如圖 7.6 所示，班表壓縮法流程中含有自動解衝突之步驟，而該步驟之演算法具有一些隨機性。經以相同案例反覆測試，發現班表壓縮所得到之時間跨度，其變異數約在 1% 上下。

7.7 班表壓縮法之應用方法

鐵路機構在其日常維運中經常因各種需求而調整班表。以臺鐵為例，在需求較高之運輸走廊(例如北部與東部之間)，外界常有加開班次之提議；而機構內部亦有可能因為調度或其他因素而有調整列車班表或車次之需。此時即可使用班表壓縮法評估之。

如前第 7.4 節所說明，壓縮班表所得之最小跨度即為在給定的路軌上，完成所分析之班表所需要之最少時間。以最小跨度為分子，以鐵路機構所訂定之全日營業時間(例如 20 小時)為分母，相除即可得到該班表之「佔用時間比例」(occupancy time rate)，概念接近「流量容量比 V/C 」，而未佔用之部分即為容量剩餘(leftover capacity)^[20]。將所有車次數除以班表跨度(以小時為單位)則可得到平均每小時可運行之列次數。

以班表壓縮法為工具時，相關機構不但可直接獲得所欲分析路線之容量，在需求有變動時亦可用以評估調整班表、增加開行列車之可行性。其建議步驟如下，流程圖如圖 7.10 所示。如前第 7.6 節所說明，班表壓縮法可開發成為高度自動化之軟體。因此下列步驟中之試排班表、排除衝突等步驟，但於執行中均可全自動進行。規劃人員僅須構想理想中之車次、操控軟體並判斷結果是否可接受即可。

1. 依需求研擬理想車次

規劃人員依需求之狀況研擬在理想中擬開行之一組車次，例如以現行班表為基礎，在某時刻加開某種行程之對號列車或區間列車等等。理想車次並不限一班，可含有數班車次。亦可同時刪除或調整原班表中之既有車次。此步驟可不考慮衝突之狀況。

2. 試排班表

班表壓縮法結合自動解衝突技術之後，即含有自動解衝突之步驟。在進行壓縮之前先執行此步驟，即可嘗試排除衝突將所擬加入之理想車次納入班表中。若此步驟失敗即表示所規劃之理想車次並不可行，此時即須退回上一步驟修正之。

3. 評估容量

若可調整班表，則以班表壓縮法評估容量及 V/C 值與剩餘容量。所餘容量過低之班表並不利於運轉。若有需要可回第 1 步再調整理想車次。

4. 評估路塞潛勢指數

以未壓縮之班表評估其路塞潛勢指數，以估計未來上線運轉時預期之準點狀況以及潛在之瓶頸點。

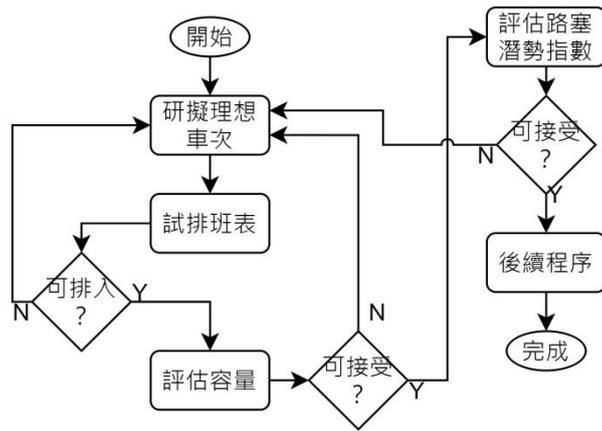


圖 7.10 以班表壓縮法進行班表調整流程

路線容量分析著重於班表與路軌配合下之運轉狀況，但鐵路系統營運時之考慮因素遠多於此。因此於完成上述分析之後，即可以軟體所產出之未壓縮無衝突班表，由規劃人員進行後續處理而成為可上線執行之班表。

第八章 案例分析

8.1 軟體工具簡介

依前述研究內容及工作項目之說明，本計畫使用前期研究所建置之智慧鐵路平臺為基礎，擴充其可收錄、運用資料數據之範圍，用以支持新擴充之軟體功能。智慧鐵路平臺之基本設計目的是要成為鐵路供需分析以及運轉分析之工作環境。該平臺內建具有相當複雜性之資料、模式及程式碼，但經過妥善設計之層層包裝，使用者不需具備排點等極專業訓練，即可透過簡單的操作來完成班表解衝突、乘客模擬及其他複雜之運算，以取得供需分析以及運轉分析之結果。平臺之架構如圖 8.1 所示意。

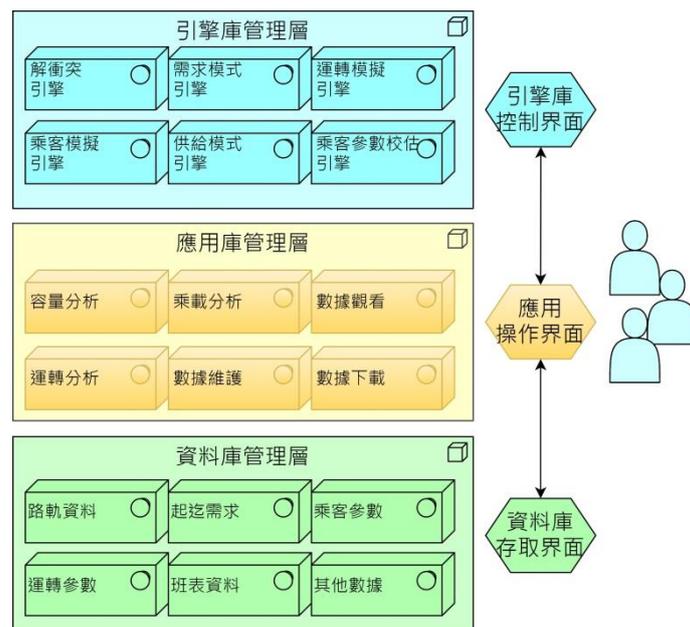


圖 8.1 智慧鐵路平臺架構示意圖

整體觀之，該平臺具有 3 層結構，包括資料庫管理層、引擎庫管理層以及應用庫管理層。其中資料庫存放有路軌資料、起迄需求、乘客參數、班表資料等多種資料。資料庫對內由相關軟體確保資料間之相容性與完整性，而對外則透過資料庫存取介面向外部供應數據以及由外部取得數據以收納之。引擎庫則對內由軟體集中管理各模式引擎之起動、中斷、監看、協調等功能，而對外則由引擎庫控制介面向接收

本平臺具有高度彈性編輯車站股道、站間及路網之能力。臺鐵真實車站之股道佈設變化極多，且如第 5.3 節所說明，股道對於運轉之影響，有時差以毫釐，失之千里，看似相近之股道佈設型式，於運轉時相去甚多。本平臺有能力供使用者對臺鐵所有車站之股道佈設，均依其實際狀況個別編輯，之後並自動予正規化成為數學模式之一部分。車站股道之編輯畫面示如圖 8.4。

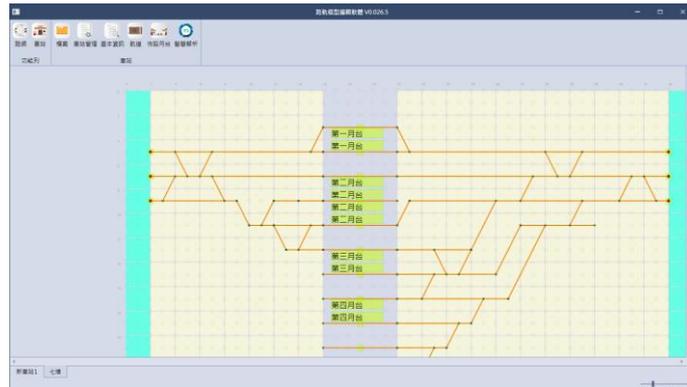


圖 8.4 智慧鐵路平臺車站股道編輯工作畫面 1

在站間的部分，本平臺亦有能力供使用者於利用前述功能建立車站之後，再依實際狀況設定其站間之各種條件。以下圖 8.5 所示，左右兩側各為一已經完成編輯之車站，而畫面之中間部位即供使用者設定站間條件之用。

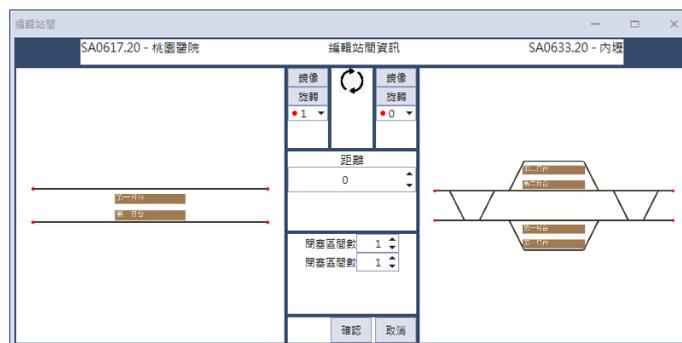


圖 8.5 智慧鐵路平臺站間股道編輯工作畫面 2

於完成車站與站間之編輯後，本平臺可供使用者將所有車站組合成為路網。以下圖 8.6 所示為一工作中之畫面。

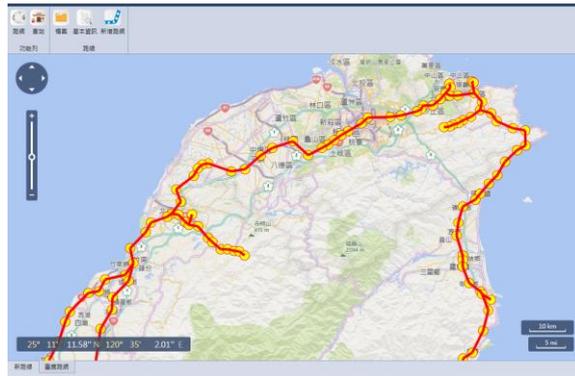
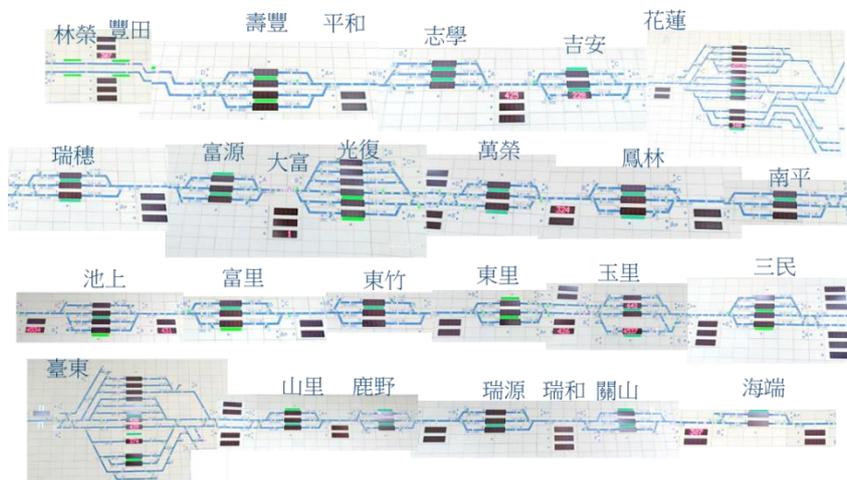


圖 8.6 智慧鐵路平臺路網工作畫面

8.2 花東地區鐵路雙軌電氣化計畫分析

此計畫為政府目前正推動中之鐵路建設計畫，其概要回顧於第 6.6 節。臺鐵臺東線位在花蓮站至臺東站之間，其路軌狀況示意於圖 8.7。本節將呈現以班表壓縮法評估該計畫完工後之可能路線容量變化狀況。



資料來源：臺鐵行控中心顯示面板

圖 8.7 臺東線現況路網

臺東線受到大部分路段均為單線運行之限制，可運行之車次數並不多。其現況班表之運行圖如圖 8.8 所示，其班表跨度為 1,177 分鐘。

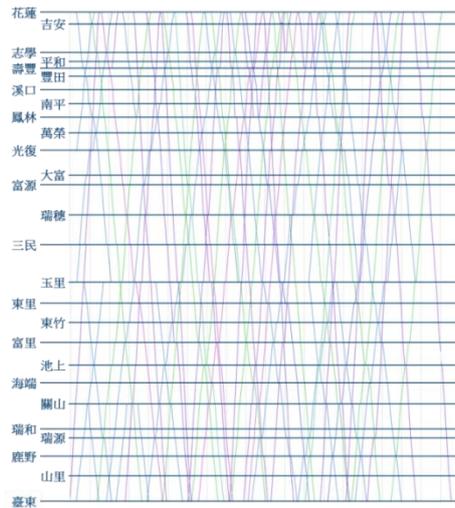


圖 8.8 臺東線現況班表運行圖

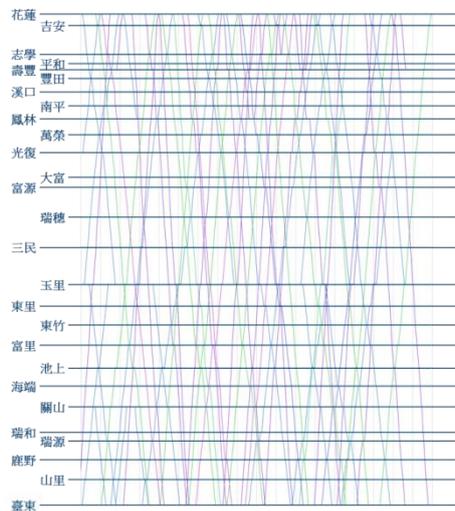


圖 8.9 臺東線壓縮後班表運行圖

臺東線真實班表經壓縮後其運行圖如圖 8.9 所示，壓縮後之班表跨度為 1086.5 分鐘。若以 20 小時營運時間計，可換算該真實班表之流量容量比比為 $V/C=1086.5/(20*60)=90.54\%$ 。

如第 6.6 節所回顧，本項工程之主要目的在完成臺東線全線之雙線化。在理想狀況下，應該使用未來規劃之服務計畫或班表進行路線容量分析，其結果較為可信。本計畫在尚未取得未來服務計畫之狀況下，暫先利用現況班表以及預期未來完工後之雙線路軌進行班表壓縮，可得其壓縮後之跨度為 376.3 分鐘，班表運行圖示於圖 8.10。同樣以 20 小時營運時間計，可換算該真實班表之流量容量比為

$V/C=376.3/(20*60) = 31.4\%$ 。與現況相較，可估計雙線所增加之容量約為 $1086.5/376.3=2.89$ 倍。

然而必須注意，UIC^[20]明確指出，鐵路路線有剩餘容量並不同於可在班表中排入更多車次，即上述容量增加之倍數尚不能直接推論未來可開行之車次數。爰此，此分析僅可確定本工程完工後必然可開行較現在更多之車次，然而實際上可行、合理之運轉班表，則依照第 7.7 節所述之方法，進行班表試排與分析方可定論；若直接依比例做為倍數決定未來將開行之列次數，則將失之過度簡化。基於 UIC^[20]所提出「鐵路並沒有絕對的容量值；其容量係由路軌及班表所共同決定」之觀念，正確的建議作法是：未來臺鐵區規劃臺東線該工程完工後擬運行之服務計畫之後，再依該班表評估其流量容量比。

對應於圖 8.10 所示班表運行圖之路塞潛勢指數如圖 8.11 所示，觀察該圖可發現在經過壓縮的班表中，玉里站之路塞潛勢指數明顯高於其他各站。然而如前所述，鐵路路線容量並非由路軌所單獨決定，而是與班表高度相關。可以預期未來雙線化工程完工之後，臺鐵系統在臺東線所營運之班表與目前班表必然有顯著不同，因此待未來著手規劃未來之服務計畫時，應該再重新評估其路線容量百分比以及路塞潛勢指數，並做為規劃服務計畫時之重要參考。

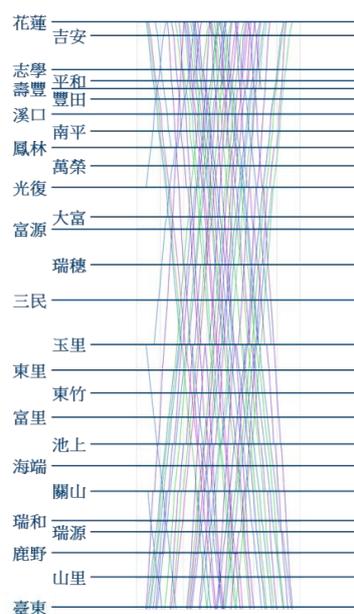


圖 8.10 臺東線全線雙線化後現況班表壓縮運行圖

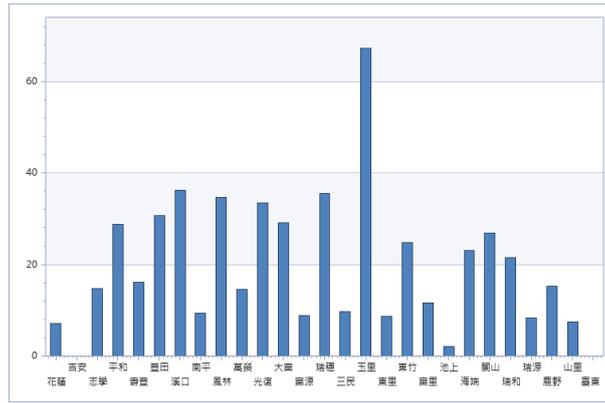


圖 8.11 臺東線全線雙線化後現況班表壓縮路塞潛勢指數

8.3 桃園都會區鐵路地下化計畫分析

本計畫為目前推動中之計畫，其範圍北起於鶯歌區鳳鳴陸橋北側(K53+255)，迄於平鎮區台 66 線附近(K71+200)，全長約 17.945 公里，主要目的是將目前之地面鐵路予以地下化、增設 5 處車站、改建 3 處既有車站、以及設置一段三軌化區間。其相關資料簡要回顧於第 6.1 節。本節將呈現以班表壓縮法評估該計畫完工後所可能帶來之影響。

相對於一般列車之行程長度，本計畫之工程範圍並不大，僅有 8 處車站。進行容量相關分析時必須擴大所考慮之範圍，將前後路段一併納入整體分析，以充份考慮列車間相互之影響，以及工程範圍外路軌之影響，避免得到誤導之結果。為此本節取新竹=七堵之路段，以不分割之方式進行整體分析。分析路段與工程範圍之相關位置圖示於圖 8.12。須注意此分析路段雖然涵蓋了樹林=七堵之臺鐵最繁忙路段，但是並未涵蓋宜蘭線。而真實狀況下宜蘭線之運轉對樹林=七堵路段具有相當影響。因此本節之分析結果，並不宜直接擴大解讀為對樹林=七堵路段之分析結果；對樹林=七堵路段之分析，必須適當包含宜蘭線方能得到具參考價值之結果。



圖 8.12 桃園都會區鐵路地下化分析範圍

在完整的臺鐵班表中，七堵=樹林路段約有 300 列次之列車運行，為臺鐵系統中最為繁忙之路段。由於行經桃園地區之鐵路列車以往來於七堵與新竹以南者為主，而七堵=樹林路段之鐵路又遠比桃園地區來得擁擠，因此為了達到分析本工程計畫範圍路線容量之目的，必須適當排除運行於七堵=樹林路段，但又未行經桃園地區車次之影響。為此，本分析由臺鐵班表中刪去未行經工程計畫範圍之車次(這些列車以運行東幹線為主，且為行經本計畫範圍)不納入本節分析，可避免這些車次影響工程計畫之分析結果。亦即，本分析所使用之班表為臺鐵真實班表，截取七堵=新竹之部分，並刪去其中未行經本工程計畫範圍鶯歌=埔心之車次，共計含有 200 列次，其中自強號、莒光號及區間車，依序各有 53、14 及 133 列次。此班表之運行圖示如圖 8.13。

以下整理本路段容量分析結果。現況班表與現況路軌之組合，經班表壓縮後所得到之時間跨度為 543.5 分鐘。若以 20 小時營運時間計，可換算該真實班表之流量容量比為 $V/C=543.5/(20*60)=45.3\%$ ，平均 22.08 列次/小時。其對應班表以運行圖呈現於圖 8.14。若保留七堵=新竹之所有列車，而未刪去未行經本工程計畫範圍之車次，則其壓縮後所得到之時間跨度為 688.6 分鐘，顯然受到七堵=樹林大量車次之影響。

如第 6.1 節之說明，本工程計畫於鶯歌=鳳鳴=桃園這 3 站之間規劃設置第 3 軌。本計畫針對此三軌化區間的行車方向，設計 2 種情境，其差異在中間軌道之運行方向。情境 1 設定中間軌道為雙向運

行，而情境 2 則設定中間軌道僅供南下方向(亦即鶯歌往桃園方向)之列車運行。2 種設定圖示於圖 8.15 及圖 8.16。

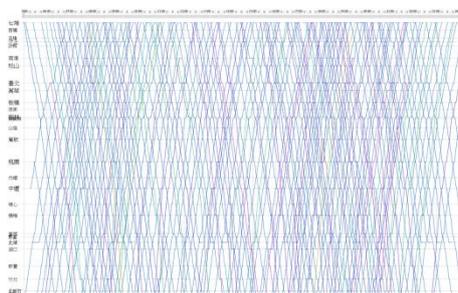


圖 8.13 七堵=新竹現況班表運行圖

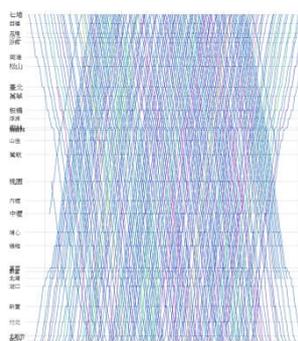


圖 8.14 七堵=新竹現況班表壓縮運行圖(現況路軌)

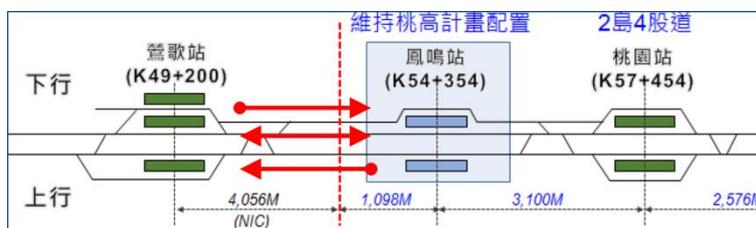


圖 8.15 桃園都會區鐵路地下化三軌區間運行方向情境 1

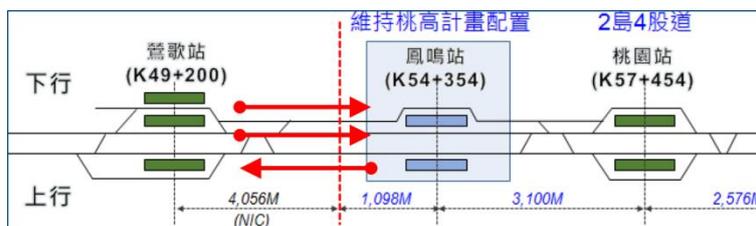


圖 8.16 桃園都會區鐵路地下化三軌區間運行方向情境 2

使用現況班表與本項鐵路地下化工程完工後未來路軌之情境二，經使用智慧鐵路平臺之自動排點功能調整行點以排除衝突後之班表示如圖 8.17。由於各情境之班表差異不大，其餘情境之班表運行圖不再重複顯示。



圖 8.17 桃園鐵路地下化工程完工後之無衝突班表運行圖

經使用各情境之無衝突班表進行班表壓縮，設定為情境一(圖 8.15)時可得其時間跨度為 675.4 分鐘。若以 20 小時營運時間計，可換算該真實班表之流量容量比為 $V/C=675.4/(20*60)=56.3\%$ ，平均 17.77 列次/小時，其壓縮後班表之運行圖示於圖 8.18。若使用情境二(圖 8.16)則壓縮後之時間跨度為 693.4 分鐘。若以 20 小時營運時間計，可換算該真實班表之流量容量比為 $V/C=693.4/(20*60)=57.8\%$ ，平均 17.31 列次/小時。此情境壓縮後之班表運行圖與情境 1 之圖(圖 8.18)相似，不再重複置放。

若假設該區間維持雙線運行而無擴充第三軌，再與現況班表相組合而進行班表壓縮，則可得示於圖 8.19 之班表。其時間跨度為 694.7 分鐘；若以 20 小時營運時間計，可換算該真實班表之流量容量比為 $V/C=694.7/(20*60)=57.9\%$ ，平均 17.27 列次/小時。與上述情境一與情境二相較可發現第三軌對路線容量之幫助並不顯著。

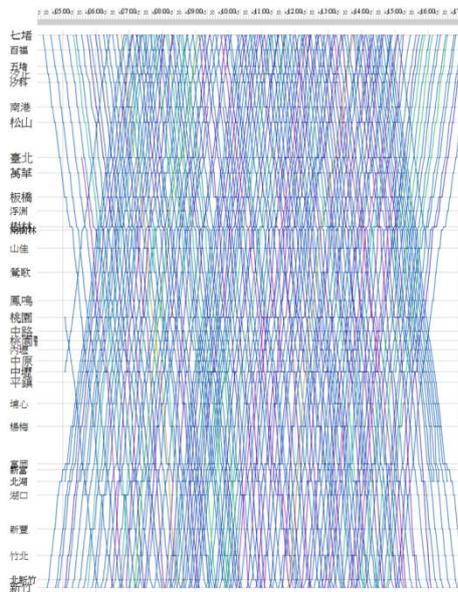


圖 8.18 七堵=新竹現況班表壓縮運行圖(完工後路軌)

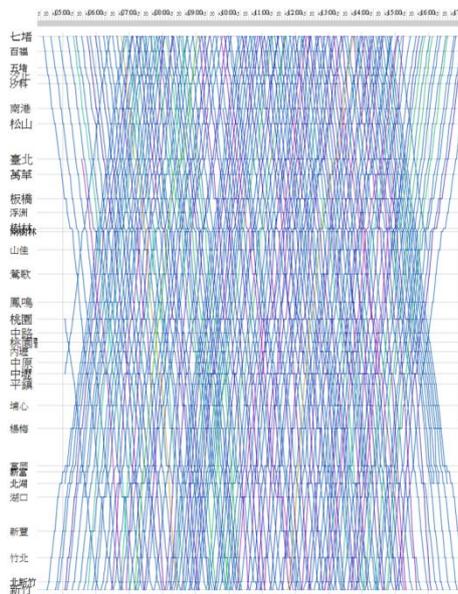


圖 8.19 七堵=新竹現況班表壓縮運行圖(鶯歌=鳳鳴=桃園無3軌)

綜上各情境之測試分析，可歸納整理數據如表 8-1 示。雖然本項數據顯示該工程計畫將略為影響該段鐵路之容量，且測試所得各情境之容量相對大小亦合理，然如第 7.6 節所說明，班表壓縮法之變異量約在 1% 上下。因此本組測試結果應解讀為該工程計畫雖然增設 5 處車站，但同時亦改善 3 處既有車站之股道配置；兩者綜合，對該路段容量之影響並不顯著。至於鶯歌=鳳鳴=桃園 3 站之間設置 3 軌區間，對路線容量之貢獻則亦不顯著。本計畫相信這些測試數據應具有一定

之參考價值，而更多更細緻之測試與分析將可提供對本建設計畫決策所需更為明確之資訊。

此外，須要再次說明分析路段雖然涵蓋了樹林=七堵之臺鐵最繁忙路段，但是並未涵蓋宜蘭線。因此上述分析數據，並不宜直接擴大解讀為對樹林=七堵路段之分析結果。

表 8-1 桃園都會區鐵路地下化計畫各情境綜合整理

情境	V/C	列次/小時	說明
現況路軌	45.3%	22.08	
地下化後情境 1	56.3%	17.77	鶯歌=鳳鳴=桃園三軌區間中央軌雙向運行
地下化後情境 2	57.8%	17.31	鶯歌=鳳鳴=桃園三軌區間中央軌南下運行
無三軌	57.9%	17.27	

以下圖 8.20 所示為對應圖 8.15 及圖 8.18，以本地下化工程完工後之狀況、情境一(假設在鶯歌=鳳鳴=桃園三軌化區間其中間軌道以雙向運行)，配合現況班表進行壓縮之後的路塞潛勢指數分佈圖。該圖最左側為七堵站，最右側為新竹站。如前所說明，為聚焦於工程影響，本項分析所使用之班表僅含有行經工程路段(鶯歌=埔心)之車次，因此圖 8.20 中於七堵=樹林路段之路塞潛勢指數不高，與預期相符。

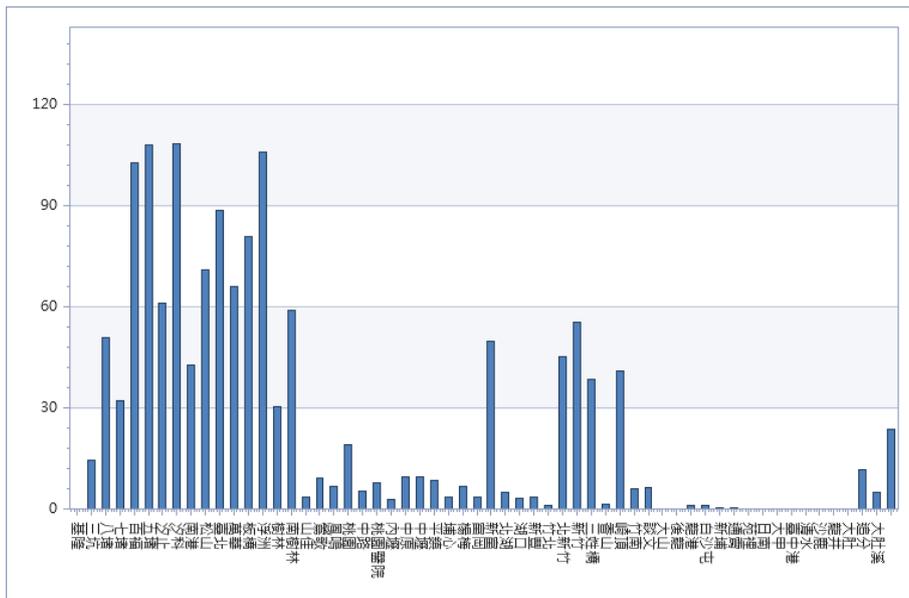


圖 8.20 現況班表對應桃園鐵路地下化情境 1 之路塞潛勢指數

以下圖 8.21 所示為七堵=新竹路段，以相同的班表對應現況路軌進行路塞潛勢指數分析之結果。對照圖 8.20 與圖 8.21 可發現，本工程計畫前後，此路段之整體路塞潛勢指數變化不大。而桃園站與中壢站路塞潛勢指數均有降低，亦反映股道改善之效果。新增設之中路站與桃園醫院站，其路塞潛勢指數均相對略高，則可能是受到站間距偏小、股道數亦較少之影響所致。

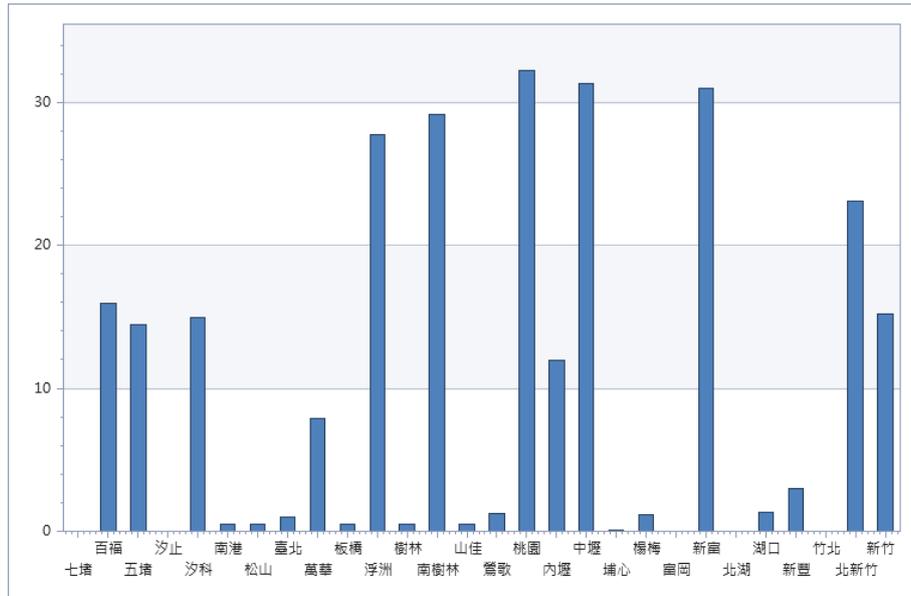


圖 8.21 現況班表對應現況路軌路塞潛勢指數

整體而言，分析結果顯示，本項鐵路地下化工程將略為減少該路段之路線容量。然而依目前之班表，該路段所運行之列次並不甚高，路塞潛勢指數亦顯示可預期完工後之鐵路運轉仍屬順暢。在另一方面，在各情境下之無衝突班表明確顯示未來各級列車於該路段可能均有運轉時間變長之現象。不論在何種情境，其鶯歌=埔心路段之平均運行時分均將較現況增加約 5.5 分鐘。與現況之平均運行時分約在 26 分鐘相較，此增加幅度在 20% 以上，值得正視。若分車種統計，則數據顯示在本路程中，自強號及莒光號將增加約 1 分鐘之運轉時分，而區間車則將增加約 7.5 分鐘之行車時間。

8.4 嘉義縣市鐵路高架化計畫分析

本計畫辦理將臺鐵系統在嘉義之路段予以高架化。其工程範圍北起嘉北站北方，終點在水上站北方，長約 10.9 公里。本節將以班表壓縮法評估該計畫完工後所可能帶來之影響。本計畫工程範圍遠小於大部分列車之運行距離長度，故進行容量相關分析時必須擴大所考慮之範圍，將前後路段一併納入整體分析，以充份考慮列車間相互之影響，以及工程範圍外路軌之影響，避免得到誤導之結果。為此本節取斗六=臺南之路段，以不分割之方式進行整體分析。分析路段與工程路段之地理位置示於圖 8.22。

以現況班表搭配現況路軌時，壓縮後之班表時間跨度為 500.62 分鐘，相當於流量容量比為 $V/C=500.62/(20*60)=41.72\%$ ，相當於平均 25.77 列次/小時。在另一方面，使用工程後之路軌時，壓縮後之班表時間跨度則為 494.43 分鐘，相當於流量容量比比為 $V/C=494.43/(20*60)=41.20\%$ ，平均 26.09 列次/小時，二者相當接近。由此數據可推論該工程對行車之影響應該不大。然而基地遷移將影響列車之折返操作，實際影響如何則因資料不足而無法進行分析。



圖 8.22 嘉義縣市鐵路高架化計畫分析範圍及工程範圍

8.5 基隆南港間通勤軌道建設計畫分析

本計畫之工程範圍在基隆站至南港站之間，其簡要回顧呈現於第 6.8 節。本節所分析之工程情境示意於圖 8.23，主要工程項目為(1)調整汐止站之股道佈設型態，以及(2)將工程範圍內部分路段由目前之三軌運行調整為雙軌運行。本節之目的在分析該工程對路線容量之影響。

本計畫之工程範圍內僅有 9 處車站如圖 8.23 所示，而實際運行之列車，其行程大都遠大於此。其中絕大多數車次可分為宜蘭線列車與西幹線列車二類，前者與樹林站發車之後進入宜蘭線，而後者則由七堵站發車之後進入西幹線。因此西幹線及宜蘭線對本路段之影響不可忽視，而在真實運轉時，亦不可能避免西幹線及宜蘭線之影響。分析此路段之鐵路路線容量時，若不考慮西幹線以及宜蘭線之影響，則參考該容量分析結果所擬訂之運轉計畫，易因西幹線及宜蘭線之實質影響而成為不可行。易言之，評估此建設計畫時所需要的，是充份考慮西幹線及宜蘭線影響之路線容量。

基於以上論述可知，進行此路段之路線容量分析時，必須一併納入更大之範圍，以不分割之方式進行整體分析，以得到貼近真實狀況之分析結果。考量行經此路段之絕大部分列車均亦運行於西幹線，或運行於宜蘭線，在此取用桃園=雙溪路段做為分析範圍，進行整體分析。所分析之範圍與工程路段之相關位置圖示於圖 8.24。

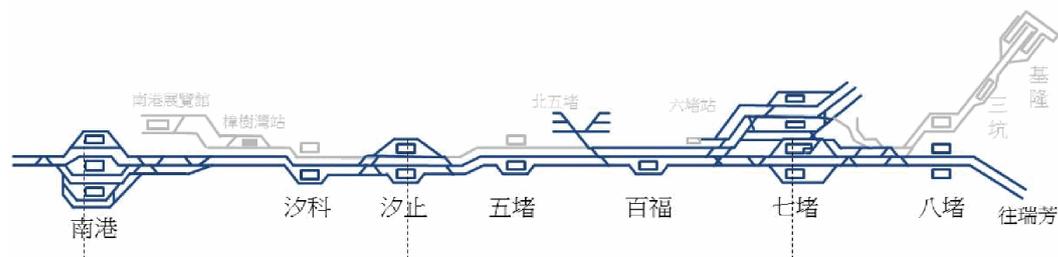


圖 8.23 基隆南港間通勤軌道建設計畫工程情境示意圖

本項分析所取用桃園=雙溪路段之現況班表，以運行圖呈現於圖 8.25。



圖 8.24 基隆南港間通勤軌道建設計畫分析範圍

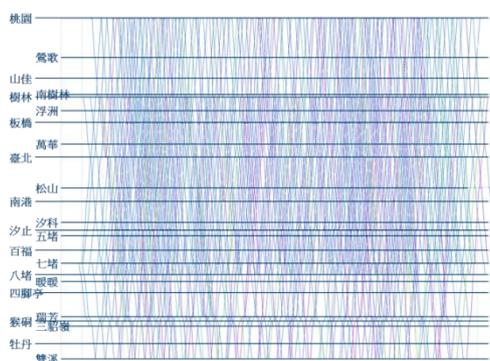


圖 8.25 桃園=雙溪現況班表運行圖

經使用 UIC406 法進行班表壓縮之後，其班表之運行圖分別顯示於圖 8.26 及圖 8.27。其中圖 8.26 為現況班表對應現況路軌之壓縮結果，壓縮後之時間跨度為 949.36 分鐘。若以 20 小時營運時間計，可換算該真實班表之流量容量比為 $V/C=949.36/(20*60)=79.1\%$ 。以總車次數 439 列次計算，平均每小時可運行之列次數為 27.75 列次，亦即該路軌執行該現況班表時所可達到之容量。現況班表對應本計畫工程完工後之路軌時，壓縮後之時間跨度為 1004.36 分鐘，可換算該真實班表之流量容量比為 $V/C=1004.36/(20*60)=83.7\%$ 。此相當於平均每小時 26.23 列次之路線容量。以上數據綜合整理於表 8-2。

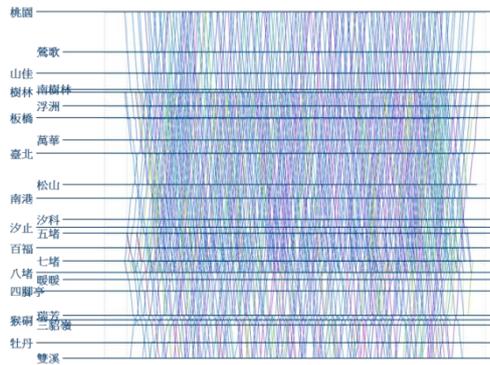


圖 8.26 桃園=雙溪現況班表壓縮運行圖(現況路軌)

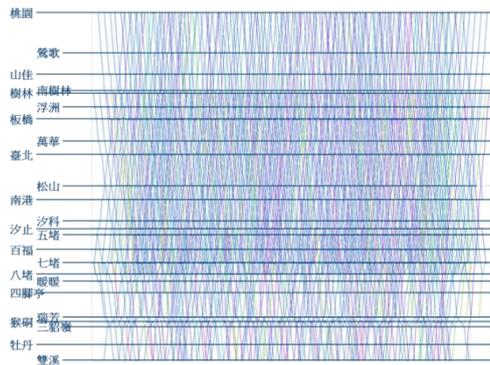


圖 8.27 桃園=雙溪現況班表壓縮運行圖(完工後路軌)

表 8-2 基隆南港間通勤軌道建設計畫容量分析綜合整理

情境	V/C	列次/小時	說明
現況路軌	79.1%	27.75	已考慮西幹線、宜蘭線、深澳線及平溪線與貨物列車之影響
工程完工	83.7%	26.23	

以上分析已充份考量西幹線、宜蘭線對樹林=七堵路段容量之影響，並及於深澳線、平溪線以及貨物列車之影響。本項分析於進行過程中亦發現若於分析過程中忽略這些附近路線或貨物列車之影響，則有可能得到過度樂觀之分析結果，顯示不可忽視附近路線甚至支線之影響。由於不論如何決策，未來臺鐵局在此路段之運轉絕不可能不受這些附近路段之影響，因此任何容量分析亦不可排除不處理附近路段對本路段容量之影響力。考慮對臺鐵系統可能帶來之重大影響，並綜合以上分析數據可以歸納，本項工程計畫對臺鐵路線之容量恐有若干程度之影響，相關主管機關決策時可能需要慎重評估之。

8.6 2030 服務計畫供需分析測試

如第 4.2 節所說明，臺鐵系統將於近期陸續引進各式車輛 1222 輛，同時並執行老舊車輛之淘汰。配合本項車隊組成之調整，該局亦研擬未來運轉型態之大略方向，並以 2030 年為目標年期。其中城際列車之部分示於圖 8.28，而區間列車之部分則示於圖 8.29。本計畫以此為基礎，利用智慧鐵路平臺為主要工具，嘗試初擬未來可能之服務計畫、進行自動解衝突以得到無衝突班表、再以該平臺之乘客模擬功能初步預估未來可能的乘客搭乘狀況。

保養單位	形式	行駛區間	2030年班次數	定期使用編組數	建議配置數	定期使用率	連假使用率
七堵機務段	EMU3000型	七堵=潮州	10	5組*12輛	10組	80%	90%
		七堵=彰化	8	3組*12輛			
	PP客車 (單一機車牽引)	七堵=潮州	4	3組*10輛	15組	73%	80%
		樹林=台東	6	4組*10輛			
		樹林=花蓮	10	4組*10輛			
台北機務段	TEMU1000型	南港=潮州	6	3組*8輛	8組	75%	88%
		樹林=台東	6	3組*8輛			
	TEMU2000型	樹林=台東	16	7組*8輛	10組	70%	90%
高雄機務段	EMU3000型	潮州=七堵	22	12組*12輛	15組	80%	87%
		潮州=七堵	10	6組*10輛			
	pp客車 (單一機車牽引)	新左營=臺東	16	5組*10輛	15組	73%	80%
花蓮機務段	TEMU2000型	花蓮=台北=彰化	12	6組*8輛	8組	75%	88%
		花蓮=台東=新左營	14	7組*8輛			
	EMU3000型	花蓮=樹林	18	5組*12輛	15組	80%	87%
台東=樹林		12	5組*12輛				
台東機務分段	EMU3000型	台東=台中	6	3組*12輛	10組	80%	90%
		台東=台中	6	3組*12輛			

資料來源：臺鐵局

圖 8.28 城際列車 2030 年規劃

保養單位	車型	行駛區間	2030年班次數	使用編組數	建議配置數	定期使用率	連假使用率
七堵機務段	EMU900型	基隆=苗栗	40	10組*10輛	20組	70%	85%
		基隆=嘉義(區間快)	8	4組*10輛			
台北機務段	EMU500型	樹林=蘇澳	40	21組*4輛	30組	70%	70%
	EMU900型	樹林=花蓮(區間快)	10	3組*10輛	5組	60%	80%
新竹機務段	EMU900型	新竹=基隆	88	17組*10輛	27組	70%	81%
		新竹=潮州(區間快)	6	2組*10輛			
	EMU700型	新竹=嘉義(山線)	26	9組*8輛	13組	69%	77%
	EMU600型	新竹=彰化(海線)	40	8組*4輛			
		新竹=六家(六家線)	70	2組*4輛	14組	71%	71%
彰化機務段	EMU700型	彰化=新竹(海線)	40	3組*8輛	7組	71%	71%
		彰化=后里	10	2組*8輛			
嘉義機務段	EMU800型	豐原=通霄(成追線)	30	4組*8輛	6組	67%	83%
		嘉義=后里	40	9組*8輛			
		嘉義=潮州	48	12組*8輛	37組	70%	78%
		嘉義=新竹(山線)	14	5組*8輛			
高雄機務段	EMU500型	潮州=嘉義(區間快)	4	4組*4輛	25組	72%	80%
		善化=沙崙(沙崙線)	70	4組*4輛			
		新左營=枋寮	40	10組*4輛			
花蓮機務段	EMU500型	花蓮=宜蘭	24	10組*4輛	15組	67%	80%
台東機務分段	EMU500型	台東=花蓮	16	7組*4輛	15組	67%	80%
		台東=枋寮	6	3組*4輛			

資料來源：臺鐵局

圖 8.29 區間列車 2030 年規劃

在實務上，服務計畫乃至於班表之完成，需要考慮相當廣泛之因素，而無衝突亦僅為一份可上線執行班表所須達成諸多條件之一。受作業時間、專案經費以及其他資源之限制，並考量本計畫之目標，本節之目的設定在以本案例做為測試例，呈現智慧鐵路平臺支援真實作業之能力；目的並非產出可直接上線運用之規劃結果。

本節所使用之基本資料為圖 8.28 與圖 8.29 所示之大略車輛編組運用粗略規劃。以此為起點，進行之步驟階段列舉如下。

1. 研訂服務計畫

服務計畫之內容為規劃擬開行之車次清單，包含各車次之起迄車站、所使用車型、停站模式、理想發車時間以及編組運用計畫(亦即使用同一車輛編組之前後車次接續之狀況)等。其資訊內容與班表類似，但並不考慮衝突之存在及排除。本階段關鍵因素之一為車次折返車站之安排。以潮州為例，圖 8.28 之資料顯示每日在潮州折返之列車有 EMU3000 型與 PP 型列車之七堵=潮州車次、TEMU1000 型列車之南港=潮州車次等，而圖 8.29 則顯示尚有 EMU900 型之新竹-潮州區間快車、EMU800 型之嘉義=潮州區間車亦在潮州折返。若直接安排所有這些車次均在潮州站

折返，則必將對該車站造成嚴重影響。為此臺鐵實務作法均適當分散折返車站，例如將一部分提供七堵=潮州之車次安排於屏東站或新左營站折返，以維持運轉之順暢。於支線亦有類似作法，例如圖 8.29 顯示沙崙線列車之運轉區間為善化=沙崙，但實務上則將列車之折返站分散於善化、永康及臺南等車站，其中又以臺南站折返之列次數最多。折返站之安排除了須考慮相關各車站之股道配置、班表整體狀況之外，亦須考慮乘客需求。上述沙崙線列車將多數列車安排於臺南站折返、於善化站折返者每日僅約 10 至 12 列次，即與乘客實際需求相貼近。

2. 排除衝突

前階段之服務計畫編擬並未考慮衝突，而此階段之目的則在排除衝突成為無衝突之班表。本計畫使用智慧鐵路平臺之自動解衝突功能可得到全系統之班表，其中七堵=樹林路段之運行圖示於圖 8.30。

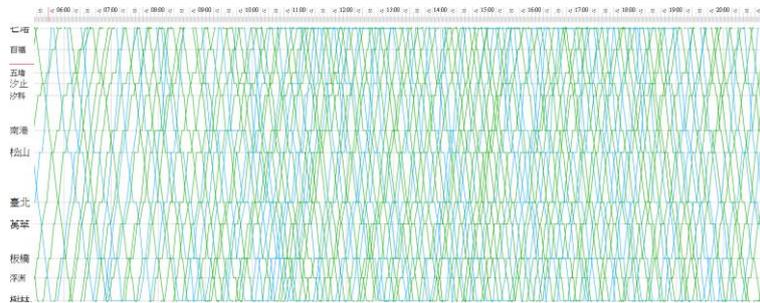


圖 8.30 2030 年測試班表(七堵=樹林路段)

3. 乘客需求

本計畫使用 2020 年 10 月 7 日(星期三)的真實售票紀錄，將對號列車與非對號列車之售票紀錄分別整理後統計成為分小時之起迄數據。之後再以這些分時起迄量乘上 1.2 倍之後做為本測試例之乘客需求預估量。

以上述需求預估量以及前一階段求解所得之班表為基礎，再使用智慧鐵路平臺之乘客選擇模擬功能，可模擬所有乘客選擇搭乘班表中各車次之狀況，即為該班表上線之後可能之預估售票狀

況。由於模擬結果可掌握每一乘客所搭乘之車次及其上下車之車站，因此智慧鐵路平臺可利用該資料依分析需求產出多種圖表。例如圖 8.31 所示即為基隆=新竹路段，預估售票狀況以熱圖形式顯示之起迄分佈數據。

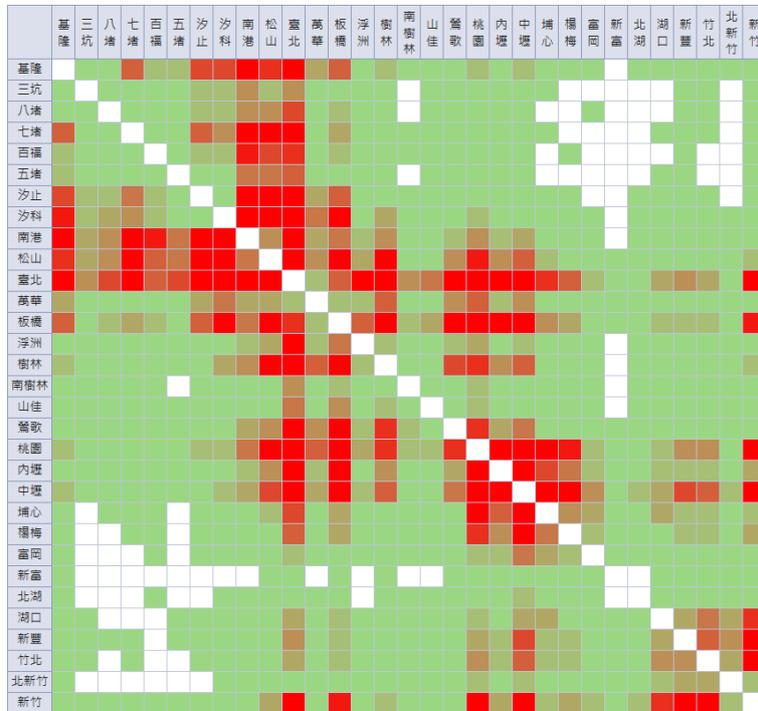


圖 8.31 以 2030 年測試班表之乘客模擬結果起迄熱圖(基隆=新竹部分)

除了熱圖形式之外，該乘客模擬結果亦可產出運輸走廊在各相鄰車站之間的運輸量，如圖 8.32 所示為在基隆=新竹間之重要運輸走廊，本測試例所得之預估北上全日運量統計，而圖 8.33 則為南下方向之全日運量統計。

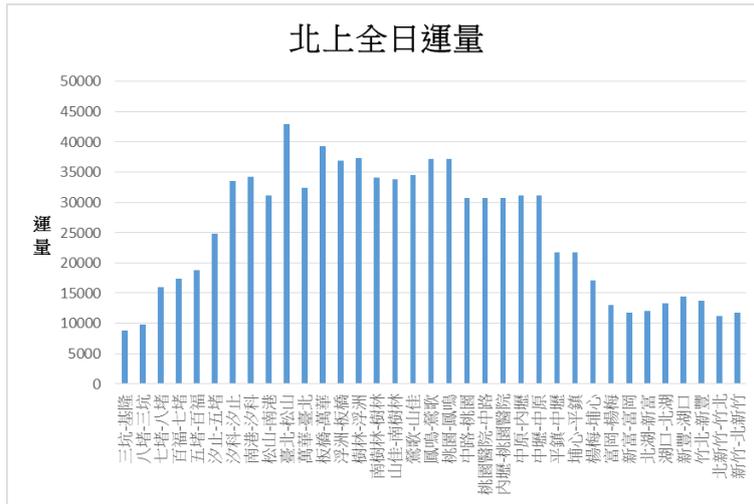


圖 8.32 2030 年測試班表之乘客模擬結果基隆=新竹北上全日運量

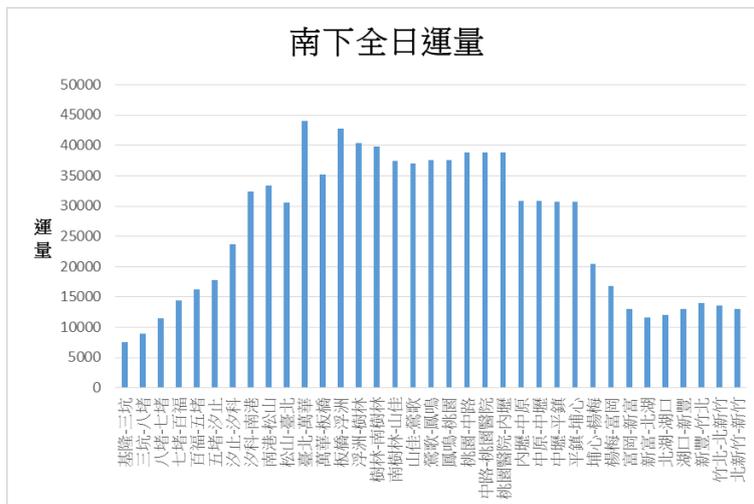


圖 8.33 2030 年測試班表之乘客模擬結果基隆=新竹南下全日運量

第九章 結論與建議

9.1 結論

本計畫以本所過往累積之研究成果為基礎，納入更多之實務資料、精進臺鐵系統列車營運評估之方法、更新擴充供需診斷軟體「智慧鐵路平臺」之功能。本計畫所達成主要具體成果說明如下：

1. 成功整合多種實務數據

本計畫擴充智慧鐵路平臺所收納之資料，並且克服資訊孤島之障礙，完成融合數種不同性質、來自臺鐵不同系統之數據而成為可交叉使用之資訊。過程中經驗顯示數據整合之關鍵並不在交換格式，而是在數據之內涵。

2. 結合數學模式之路軌編輯技術開發及實作

如第 8.1 節所說明，本計畫在智慧鐵路平臺實作完成路軌編輯功能，使用者可依其實際狀況個別編輯每一車站及站間，之後由軟體自動予正規化成為數學模式之一部分。此功能使得本計畫得以在短時間內完成第 8.2 至 8.4 節多個鐵路建設計畫之評估。其中部分技術並已在本計畫執行過程中申請專利獲准。

3. 接軌國際完成路線容量評估技術開發

如第七章所說明，本計畫以國際最廣用之 UIC 班表壓縮法^[20,21]為基礎，結合自動解衝突技術而予本土化成為可用於臺鐵之鐵路路線容量分析技術。經實作成為智慧鐵路平臺之功能後，以花東地區鐵路雙軌電氣化、桃園都會區鐵路地下化、嘉義縣市鐵路高架化及基隆南港間通勤軌道建設等 4 項計畫做為測試案例分別分析各建議計畫對臺鐵路線容量之影響，驗證此技術之可行性。

4. 精進智慧鐵路平臺功能

本計畫大幅提高智慧鐵路平臺之自動化程度，並驗證未來，未具專業排點訓練之規劃人員均可進行路線容量分析與班表調整評估工作確屬可行。

5. 花東地區鐵路雙軌電氣化計畫分析

本項分析認為未來完工後路線容量應可提高大約 3 倍。同時並以真實數據呈現以路段分割之方式進行路線容量分析時所將發生之誤差。

6. 桃園都會區鐵路地下化計畫分析

本項分析認為工程計畫對路線容量影響不大，但路塞潛勢指數分析指出工程設計可能對提高準點率有所助益。同時並以本案例呈現班表壓縮法之敏感度，足以顯示該工程之 3 軌化區間，中間軌運行方向之不同設定對路線容量之影響。

7. 嘉義縣市鐵路高架化計畫分析

本項分析認為路軌之工程對路線容量影響不大，而基地遷移之影響則受限於資料不足無法進行。

8. 基隆南港間通勤軌道建設計畫分析

本項分析發現本工程有降低路線容量之虞，且在分析過程中發現若忽略西幹線、宜蘭線等附近路線或貨物列車之影響，則有可能得到過度樂觀之分析結果。

9. 服務計畫供需分析

本計畫以臺鐵局提供 2030 年運轉規劃為基礎，試擬未來之服務計畫，並與利用真實售票紀錄所推估之需求量相連結，用以實地測試智慧鐵路平臺串聯供給與需求功能之完整性，並由其中

尋找可進一步精進之方向。測試結果驗證本平臺確可有效整合所有不同來源之數據，循序產出合理之結果。

9.2 建議

1. 經由本所多年累積之技術，智慧鐵路平臺已逐步形成功能強大、方便使用之鐵路系統供需分析、運轉分析之軟體工具。本計畫已在資料管理能力、核心技術、引擎實作以及系統建置等多方面精進智慧鐵路平臺之功能。在此基礎上，建議後續研究可朝向技術工具之推廣而努力。
2. 複雜技術之推廣，有賴設計良好之軟體；軟體之推廣，則有賴與使用者之需求及操作慣性緊密結合，方能事半功倍達到推廣之目的。通常開發此類複雜之專業軟體時，簡要之訪談對話並不足以確實得知使用者之需求。必須由軟體設計者與未來之使用者在多次深入對話，並經軟體試用與回饋的過程中，逐步探知並釐清使用者之真實需求。因此在後續開發過程中，使用者之深度參與，實為是否能成功推廣之重要關鍵因素。
3. 在核心技術方面，本計畫在訪談過程中發現實務上研擬服務計畫時之考慮因素以及問題之複雜程度均超過先前所開發供給模式之考慮範圍，並在本計畫之實例測試中具體釐清有待加強之處，臺鐵實務分散各車次的折返站，以避免車次集中折返而無法負擔，爰此如何將車站股道、路線容量之限制，同時考量乘客之選擇，適當納入本軟體各模式中，為後續研究中可持續精進之方向。
4. 路塞潛勢指數為本所前期所原創之研究成果。該指數與預估準點率間之數量化關係，仍有待進一步以系統之方式探究，亦為後續建議進行之重要研究方向。

參考文獻

1. 李宇欣、盧立昕、袁永偉、伍彥竹、許書耕、賴威伸及鄔德傳，「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」，交通部運輸研究所，2019。
2. 李宇欣、盧立昕、袁永偉、陳佑麟、許書耕、賴威伸及鄔德傳，「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，2020。
3. 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.
4. 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.
5. Wang, Y., Peng, Q.Y., Liu, L., and Wang, J.K., "Optimization of High-Speed Railway Line Planning Considering Extra-Long Distance Transportation", *Journal of Advanced Transportation*, 2020.
6. Zhou, W., Li, X., Xue, L., Deng, L., and Yang, X., "Simultaneous line planning and timetabling based on a combinational travel network for both trains and passengers: a mixed-integer linear programming approach", *Transportmetrica A: Transport Science*, Vol 16, No 3, 2020, pp. 1333-1374.
7. Frank, O., "Two-way traffic on a single line of railway", *Operations Research*. Vol 14, No. 5, 1966, pp. 801.
8. 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.
9. 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.
10. Carey, M., Lockwood, D., "A model, Algorithms and strategy for train pathing", *Journal of the Operational Research Society*, Vol 46, No 8, 1995 pp. 988-1005.
11. 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.
12. 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.
13. Lee, Y. and Chen, C.Y., "A heuristic for the train pathing and timetabling problem", *Transportation Research Part B: Methodological*, Vol 43, No. 8-9, 2009, p.p. 837-851.

14. Caimi, G., et al., "Periodic railway timetabling with event flexibility", *Networks*, Vol 57, No. 1, 2011, pp. 3-18.
15. 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.
16. Serafini, P. and Ukovich, W., "A mathematical model for periodic scheduling problems", *SIAM Journal on Discrete Mathematics*, Vol 2, No.4, 1989, pp. 550-581.
17. Liebchen, C. and Peeters, L., "Integral cycle bases for cyclic timetabling", *Discrete Optimization*, Vol 6, No.1, 2009, pp. 98-109.
18. Tan, Y., Xu, W., Jiang, Z., Wang, Z., and Sun, B., "Inserting extra train services on high-speed railway", *Periodica Polytechnica Transportation Engineering*, 2020.
19. 陳一昌、許書耕、許修豪、李宇欣、陳春益、余秀梅、李衍儒、楊承道、盧立昕、楊峻武、吳美玲、王彥傑及蔡欣恬，「臺鐵包車營運需求下列車班表之研究」，交通部運輸研究所，2012。
20. UIC, "UIC leaflet 406, Capacity", International Union of Railways, 2004
21. UIC, "Code 406-Capacity", International Union of Railways, 2013.
22. 交通部，「2020 年版運輸政策白皮書」，2019。
23. 黃笙玹、鍾志成、賴勇成、盧麗嵩、張恩輔、林志偉、吳明軒、胡仲瑋、張舜淵、劉昭榮及江明益，「2019 年臺灣鐵道容量手冊」，交通部運輸研究所，2020。
24. 交通部臺灣鐵路管理局，「動力車乘務員勤時間排班須知」，2016。
25. 交通部臺灣鐵路管理局，「車班人員排班注意事項」，2002。
26. 交通部臺灣鐵路管理局，「運務處乘務人員排班注意事項」106 年 5 月 22 日會議紀錄，2017。
27. 交通部臺灣鐵路管理局，「109 年臺灣鐵路統計年報」，2021。
28. 交通部臺灣鐵路管理局，「臺鐵整體購置及汰換車輛計畫(104~113 年)」，2015。
29. 臺灣鐵路管理局，「鐵路機車車輛檢修規則」，2016。
30. 交通部鐵道局，「桃園都會區鐵路地下化計畫」，2021。[cited 2021; Available from: <https://www.rb.gov.tw/showpage.php?lmenuid=3&smenuid=84&tmenuid=140>]
31. 交通部鐵道局，「臺鐵都會區捷運化桃園段地下化建設計畫綜合規劃報告」2020。
32. 交通部鐵道局，「大臺中地區山海線計畫」，2021。[cited 2021; Available from: <https://www.rb.gov.tw/showpage.php?lmenuid=3&smenuid=84&tmenuid=201>]
33. 交通部鐵路改建工程局，「嘉義市區鐵路高架化計畫綜合規劃報告」，2017。

34. 交通部鐵道局，「嘉義縣市鐵路高架化延伸計畫」，2021。 [cited 2021; Available from: <https://www.rb.gov.tw/showpage.php?lmenuid=3&smenuid=84&tmenuid=135>]
35. 交通部鐵道局，「彰化市鐵路高架化計畫」，2021。 [cited 2021; Available from: https://publicworks.chcg.gov.tw/07other/other01_con.asp?topsn=4323&data_id=17996]
36. 宜蘭縣政府，「宜蘭縣鐵路高架化計畫」，2021。 [cited 2021; Available from: https://www.e-land.gov.tw/News_Content.aspx?n=770C4B84956BD13B&s=2E46D730AD2C1C5E]
37. 交通部鐵道局，「花東地區鐵路雙軌電氣化計畫」，2021。 [cited 2021; Available from: <https://www.rb.gov.tw/showpage.php?lmenuid=3&smenuid=84&tmenuid=200>]
38. 交通部鐵道局，「北宜鐵路提速工程計畫(含高鐵延伸宜蘭)規劃作業」，2021。 [cited 2021; Available from: <https://www.rb.gov.tw/showpage.php?lmenuid=3&smenuid=84&tmenuid=198>]
39. 交通部鐵道局，「基隆南港間通勤軌道建設計畫」可行性研究報告，2019。
40. Weika, N., Warg, J., Johansson, I., Bohlin, M., and Nießen, N., "Extending UIC 406-based capacity analysis—New approaches for railway nodes and network effects", *Journal of Rail Transport Planning & Management*, Vol. 15, 2020, pp. 100199.
41. Landex, A., Kaas, A.H., Schittenhelm, B., and Schneider-Tilli, J., "Practical use of the UIC 406 capacity leaflet by including timetable tools in the investigations", *Computers in Railways X*, 2006.
42. Landex, A., Schittenhelm, B., Kaas, A.H., and Schneider-Tilli, J., "Capacity measurement with the UIC 406 capacity method", *Computers in Railways XI*, 2008.
43. Landex, A., and Jensen, L.W., "Measures for track complexity and robustness of operation at stations", *Journal of Rail Transport Planning & Management*, Vol. 3, No1-2, 2013, pp. 22-35.

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
東吳大學賈主任秘書凱傑		
1.軟體系統內之演算法是否說明？	1.本計畫主要係沿用過往成果 ^[1-2] 所開發之演算法。	同意研究單位處理情形。
2.本計畫對機班、車班之排班原則係做為限制條件？或可改善、優化？	2.本計畫將機班、車班之排班規則視為給定之限制條件，並未探討臺鐵路優化這些規則之相關課題。	同意研究單位處理情形。
3.車的部分，新車 1,222 輛陸續引進後，在本計畫有無考慮？	3.本計畫於第 8.6 節討論未來班表時有納入新車之考慮。	同意研究單位處理情形。
4.檢修部分：對於不同車型的不同週期如何納入考慮？	4.未來若開發車輛編組運用規劃之自動化模式時，將需要考慮各種車輛之檢修週期。	同意研究單位處理情形。
5.依鐵路建設資料，可否做前-後比較分析(路網情境)。	5.本報告第八章對各鐵路工程案例之探討已包含工程前與工程後之比較。	同意研究單位處理情形。
6.報告書 P.73 所謂「除安全性不在本計畫探討範圍之外...」，建議修正說法。	6.謝謝指正，此處之本意在討論最小安全時隔，已修正用語。	同意研究單位處理情形。
7.«路塞潛勢指數»的說明，可略補充，便於理解。	7.已依建議於第 2.1 節加強說明該指數之計算方法。	同意研究單位處理情形。
8.目前各情境中的車次情境似都缺情境 2.5。	8.期末報告書已全面重新設計所呈現之案例分析。	同意研究單位處理情形。
9.以目前的做法，有沒有可能找到一種情境，會出現系統失靈的狀況。	9.於多次分析中，確有觀察到若路線容量不足，而服務計畫所擬開行之車次過多則無法解開所有之衝突。	同意研究單位處理情形。
10.依採購需求，本計畫期中報告已達	10.謝謝肯定。	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
預期要求。		單位處理 情形。
國立陽明交通大學黃教授明居		
1. 報告書第一章計畫背景分析, 建議新增 1.4 計畫執行規劃內容與時程, 說明計畫執行的詳細內容與時程, 以利檢核整體計畫執行的內容成果。另建議新增說明此期中報告書的內容, 如: 維護此軟體哪些項目與擴充哪些功能等明細。	1. 遵照辦理, 已新增第 1.2 節說明本計畫之研究範疇。至於時程的部分, 本計畫有相當之比重在開發新技術, 其過程為滾動式假設、測試、修正之過程, 實難以界定何項目於何時完成。	同意研究 單位處理 情形。
2. 1.3 計畫架構, 策略分析與診斷軟體間是否有關係? 診斷軟體的擴充, 「相關分析能力」為何? 可更明確的描述說明。另建議新增說明策略分析的研究方法與步驟為何?	2. 謝謝提醒, 期末報告已於第七章具體說明主要之分析為「供需分析」與「運轉分析」, 其架構關係如圖 7.1 所示意, 而運轉分析之三層式架構示於圖 7.2, 並說明於第 7.2 節。	同意研究 單位處理 情形。
3. 3.1 臺鐵人力資源資料, 人力資源部分, 建議在最開始說明分析排班規則之用意或在本計畫的角色為何? 另建議先說明臺鐵整體人力資源的量能, 包括每天(每年)投入多少機班人員與車班人員。	3. 人力排班規則之蒐集為本案工作項目。智慧鐵路平臺軟體目前並未使用這些規則。至於每天所投入之人員數量則與調度、休假等均相關, 屬線上調度之範疇。	同意研究 單位處理 情形。
4. 4.1 現有車輛, 車輛資源部分, 與建議 3 相同, 說明車輛資源於此計畫的角色為何? 另各類型的車種, 其載運的量能為何?	4. 車輛資源之蒐集為本案工作項目。而各類型車種之載運量能亦受到線上調度之影響, 又區分為平日及假日, 並與妥善率高度相關。	同意研究 單位處理 情形。
5. 5.1 鐵路建設資料, 未來規劃的新建鐵路計畫內容與資料, 於此系統所扮演的角色為何? 如何與現有的資料整合?	5. 蒐集鐵路建設計畫相關資料為本案工作項目。這些建設計畫資料範圍相當廣泛, 例如用地取得、財務計畫等均屬之。其中與本計畫相關者為各計畫對路軌及車站佈設之設計。於本計畫之角色, 係用以進行運轉分析, 用以呈現本計畫所開發之技術之可能應用方式。與現在	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
<p>6.第七章環島快鐵分析，資料的蒐集時間，是否造成情境分析的差異？如何克服？</p> <p>7.第八章後續工作，建議新增甘特圖，說明各時間點規劃完成的工作內容。</p> <p>8.臺鐵資料蒐集與組織過程中，有何困難點與關鍵的資料集？建議彙整供未來研究者參考。另蒐集的資料是否滿足模式的需求？與實務運作結果是否有落差？是否做「滾動式修正模式」？</p>	<p>資料相整合之方式，係將各鐵路建設計畫所規劃之未來路軌與車站佈設，利用智慧鐵路平臺之路軌編輯功能予以數位化(請參閱第 8.1 節及圖 8.4、圖 8.5、圖 8.6)後，與其他所有路軌資料統一收納於智慧鐵路平臺之資料庫(請參閱圖 8.1)。</p> <p>6.目前本計畫情境分析所使用之資料，於班表之部分係使用臺鐵平日，具代表性之真實班表。而各鐵路建設計畫之路軌規劃資料則參考各相關核定報告書，應與蒐集時間無關。</p> <p>7.於期末報告書中，後續工作係對未來之建議，並無預計之完成時間。</p> <p>8.本計畫進行過程中承蒙臺鐵局大力支持，均以滾動方式持續持供所需之資料。以資料蒐集方式之觀點，這些資料可區分為一次性與持續性兩大類，前者例如機班、車班人員之排班規則，而後者則如真實班表與售票紀錄之持續蒐集。而本計畫均儘量配合實務上可取得之資料而設計模式及軟體。</p>	<p>本所計畫承辦單位審查意見</p> <p>同意研究單位處理情形。</p> <p>同意研究單位處理情形。</p> <p>同意研究單位處理情形。</p>
<p>國立成功大學鄭教授永祥(書面意見)</p>		
<p>1.報告書 2.1 運研所前期研究成果，有關路塞潛勢指數如何定義與計算，可能是在前期研究已進行定義與論述，但在此期中報告仍建議前面可能還是要清楚說明路塞潛勢指數的定義與公式計算，所需輸入資料以及指數大小的意義，以及根據這個數值大小應用，而所需要採取的營</p>	<p>1.謝謝指正，已依建議在第 2.1 節加強說明該指數之計算方法。本指數為呈現列車前後時隔之綜合指數，至於相關單位如何運用此指數以擬定其營運管理策略，則不在探討範圍。此指數係運研所前期研究所原創，並非來自國外資料。其與鐵路系統之預估準點率之間的數量</p>	<p>同意研究單位處理情形。</p>

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
<p>運管理策略也可能要再補充說明？此路塞潛勢指數的定義是否已與國外相關的文獻是否進行比較分析，確認說這路塞潛勢指數用來評估鐵路系統會產生合理的診斷結果。</p>	<p>化關係，為重要的後續研究方向，已納入第 9.2 節做為建議之一。</p>	
<p>2. 期中報告中根據模式所推求出之任何圖表，都應有對應的輔助文字來說明，讓讀者能夠清楚了解這個圖表所呈現的意義，以供進行後續的策略分析，例如:7.12 桃園鐵路地下化+車次情境 1，列車運行圖裡面所隱含的意義應重點摘錄說明。另有關於車次情境的部分也應該清楚說明讓讀者了解如何設計，以增加可讀性。</p>	<p>2. 本報告書各圖表，均有對應內文之說明。其中，運行圖原本即含有所有車次在各行經車站之到離時分等大量資訊，以及未能在圖上顯示之股道分配等伴隨資訊，為進一步詳細分析之有用資訊。然本計畫之目的並不在針對某一特定情境之某特定班表進行深入剖析，因此運行圖之呈現，大都僅顯示其整體樣貌。</p>	<p>同意研究單位處理情形。</p>
<p>3. 本報告中很多圖形因為尺度太小很難清楚去辨識它所呈現的意義，如 7.26 嘉義鐵路高架化+車次情境 2.4，報告 p188 中的圖 7.162，圖 7.163，圖 7.164 及圖 7.165 中文字的字體大小不易辨識。</p>	<p>3. 受到圖形本身之限制，少數狀況下特定字體過小可能難以完全避免。其中需要特別說明之處均在各圖之相關內文中予以說明。</p>	<p>同意研究單位處理情形。</p>
<p>4. 報告中有些圖表是彩色(p52)有些圖表是黑白(p57、p58)建議統一，維持報告的一致性。另路塞潛勢指數亦同，p109 黑白顯示，p114 彩色顯示，建議統一。</p>	<p>4. 受到本案可用預算之限制，於印製初稿時考量各圖彩印之必要性。若圖形需要彩印方可呈現其擬展現之訊息則以彩色印刷。而設定彩色或黑白印刷，係以整頁為單位，技術上無法指定同一頁某圖以彩色印刷而另圖以黑白印刷。</p>	<p>同意研究單位處理情形。</p>
<p>5. 4.1 現有車輛，表 4-8 台鐵客車數量表未標註單位，請補充。</p>	<p>5. 依臺鐵慣用標準，所有機車、客車之數量均以輛為單位，已於各表中補充標註。</p>	<p>同意研究單位處理情形。</p>
<p>6. 4.2 新購車輛，表 4-9 應該是指預計交車輛數？</p>	<p>6. 確為預定之交車進度，已說明於第 4.2 節，該表之相對應說明內文。</p>	<p>同意研究單位處理情形。</p>

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
<p>7. 4.3 預定淘汰車輛，表 4-10 訪談是資料來源，應該說明訪談內容的來源。</p> <p>8. 7.24 嘉義鐵路高架化+車次情境 2.2，表 7-44 中的最短行車時間、最長行車時間、平均行車時間未標註單位？</p> <p>9. 第七章環島快鐵分析，建議現在期中報告能有一小節，就目前階段針對不同計畫所得之初步的診斷以及可能的改善策略進行分析跟說明。特別是這 20 組情境的運轉分析，有歸納出哪些策略重點？可提供未來營運單位提出改善策略時之重要參考。</p>	<p>7. 本項為臺鐵內部統計資料，並非正式報告書，因此亦無正式之資料出處。</p> <p>8. 期末報告書經重新設計所呈現之案例分析，已無此表。另本計畫除特別說明外，所有班表相關時間單位均為分鐘。</p> <p>9. 期末報告書經重新設計所呈現之案例分析，應已無此問題。</p>	<p>同意研究單位處理情形。</p> <p>同意研究單位處理情形。</p> <p>同意研究單位處理情形。</p>
台灣軌道工程學會何理事泰源(書面意見)		
<p>1. 報告書 2.1 運研所前期研究成果，路塞潛勢指數分為 A 至 F 共計六級，建議補充其定義及評估標準，俾利了解各情境的差異性。</p> <p>2. 7.3 車次情境 1：臺鐵現況，已針對各計畫搭配不同車次情境(1、2.1~2.4)進行分析，建議於報告內補充分析結果(搭配路塞潛勢指數等級)，俾利了解各情境的差異性。</p>	<p>1. 已依建議在第 2.1 節加強說明該指數之計算方法。至於詳細論述請參閱過往成果報告書^[1-2]。</p> <p>2. 期末報告書經重新設計所呈現之案例分析，應已無此問題。</p>	<p>同意研究單位處理情形。</p> <p>同意研究單位處理情形。</p>
交通部臺灣鐵路管理局		
<p>1. 謝謝研發此供需診斷模式軟體。</p> <p>2. 將持續協助檢視研究團隊分析結果，並提供改善建議。</p>	<p>1. 謝謝肯定，臺鐵局在本案進行過程中持續提供實務資料，具有不可取代之重要性。</p> <p>2. 如本報告第 9.2 節所述，後續開發過程中，未來使用者之深度參與，實為是否能成功推廣之重要關鍵因素，仍有賴臺鐵局之持續提供支</p>	<p>同意研究單位處理情形。</p> <p>同意研究單位處理情形。</p>

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
	持。	
交通部鐵道局(書面意見)		
<p>1.報告書 4.2 節新購車輛，查臺鐵局於「臺鐵整體購置及汰換車輛計畫(104~113 年)」預計採購車輛數為 1307 輛，與文中所提 1222 輛不相符合，建議再行確認。</p> <p>2.第六章鐵路建設資料，所選擇之鐵路建設計畫係依何準則而定？建議是否納入「臺鐵南迴鐵路臺東潮州段電氣化工程建設計畫」。另各計畫辦理情形建議以可行性研究、綜合規劃及在建工程進行分類，以利讀者檢視。</p> <p>3.有關第七章環島快鐵分析，建請說明本計畫如何選擇鐵路計畫進行情境分析，以及其與目前執行中之快鐵關聯性。</p>	<p>1.經查民國 104 年「臺鐵整體購置及汰換車輛計畫(104~113 年)」表 39 及表 40 中，確是以 1,307 輛做為估算經費需求之基準，但此應非核定之數量。本報告書所引用之 1,222 輛為本(110)年之臺鐵內部資料。當時新車採購已經簽約且陸續交車，資料應屬可信。</p> <p>2.第六章所列之各項鐵路建設，係本計畫由相關機關網站，選用其中資料較為齊全者，或向相關機關函請提供而得，於報告書中均有說明資料出處。至於各建設計畫之推進階段狀態係屬變動中之資料，且與本計畫並無直接關係。</p> <p>3.第七章所納入之建設計畫，係本計畫經各主管機關同意可取得資料者，本計畫以此為例呈現所開發技術以及所建置軟體之可用性。至於目前執行中之快鐵，為交通部所推行之政策，而該政策即由多項鐵路建設計畫之分別推動予以落實。</p>	<p>同意研究單位處理情形。</p> <p>同意研究單位處理情形。</p> <p>同意研究單位處理情形。</p>
本所運輸經營管理組		
<p>1.考量路塞潛勢指數係本計畫所設計之指標，尚未普及，後續亦以此指標做為分析工具，爰建議補充路塞潛勢指數之定義與計算公式，俾利讀者了解。</p> <p>2.7.2 分析方法所列快速、方便及可靠三個面向，其中評估可靠度部分，本計畫規劃採用路塞潛勢指數，建議</p>	<p>1.已依建議在第 2.1 節加強說明該指數之計算方法。至於詳細論述請參閱過往成果報告書^[1-2]。</p> <p>2.此課題具有其重要性，惟牽涉甚廣，且須於軟體中實作相對應之分析功能程式才能達到目的，非本計</p>	<p>同意研究單位處理情形。</p> <p>同意研究單位處理情形。</p>

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
<p>可同時參考國際上評估可靠度之相關指標做為輔助分析。</p> <p>3. 報告提供資訊量大，建議可在大情境分析下，整理臚列小節，摘錄重點結果。</p> <p>4. 以桃園地下化之情境分析為例，針對情境設計與分析內容，應著重在規劃者角度，如桃園地下化工程主要影響層面應為鄰近路線容量，而非東部幹線，但以目前情境分析設計，並不易了解東部地區路塞潛勢指數之變化係桃園地下化工程所致抑或是增加班次所造成。另請說明，為何新增 5 車站後，路塞潛勢指數反而變更好？</p> <p>5. 研究假設不計回送列車，然而若依設計情境增加班次，應將同時增加回送列車數，則不計回送車之假設是否影響分析結果？</p>	<p>畫之時間及資源所能允許。</p> <p>3. 期末報告書經重新設計所呈現之案例分析，應已無此問題。</p> <p>4. 謝謝指正，期末報告書經重新設計所呈現之案例分析，應已無此問題。而本項建議之精神已納入新設計之各項分析中。至於新增 5 車站後路塞潛勢指數反而變更好之現象，係該工程亦同時改善 3 處重要車站股道配置所致。</p> <p>5. 回送列車對營業列車之影響不大，主要原因是實務上於排點時均以營業列車優先安排行點，而回送列車則儘量以「插空檔」之方式安排運行。</p>	<p>同意研究單位處理情形。</p> <p>同意研究單位處理情形。</p> <p>同意研究單位處理情形。</p>
本所港灣技術研究中心(書面意見)		
<p>1. 關於計畫架構圖(P14)，本計畫係應用前期構建的「鐵路系統供需診斷模式軟體」進行鐵路建設、環島快鐵等策略分析，架構圖右側的「策略分析」項改放在「鐵路系統供需診斷模式軟體」項下，似較符合實際架構？</p> <p>2. 5. 車次情境之設計(P.76)，情境一為平日的真實班表，但鐵路運輸在假日有長途返鄉旅次、觀光旅遊旅次，不同於平日情境，是否增加假日真實班表做分析？請考量？</p> <p>3. 第七章在各個情境分析後，列示出分</p>	<p>1. 本計畫中，相關軟體之維護與擴充與策略分析，係二項平行進行之工作。策略分析並非軟體維護或擴充工作之一部分。</p> <p>2. 平日與假日之需求型態確有差異。使用平日之情境，應已能展現本計畫所開發之核心技術以及軟體之能力。未來使用這些工具進行假日情境之供需分析或運轉分析，應均無問題。</p> <p>3. 期末報告書經重新設計所呈現之</p>	<p>同意研究單位處理情形。</p> <p>同意研究單位處理情形。</p> <p>同意研究</p>

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
<p>析後的圖表，建議能補充文字說明其結果。另圖中文字看不清楚請調整；表格中路塞指數的定義為何？</p> <p>4. P78 第 5 行指出：班表中濾除貨物列車及回送車次，基於回送車次是排班所必然存在的車次，後續是否能精進系統，將回送車次納入模式中？抑或可以說明回送車次數量大不大不影響整體模擬結果？</p> <p>5. 報告中的文字「規劃」應該是「規畫」，請修訂。</p>	<p>案例分析，應已無此問題。</p> <p>4. 依分析目的而濾除部分車次，並非受到模式或軟體之能力限制，而是為了貼近實務作法。實務上排點時，均儘量將貨物列車與回送列車以「插空檔」之方式安排運行，亦即於完成其他營業列車之排點後，再予安排這些車次之運行。</p> <p>5. 配合修正。</p>	<p>本所計畫承辦單位審查意見</p> <p>單位處理情形。</p> <p>同意研究單位處理情形。</p> <p>同意研究單位處理情形。</p>
會議結論		
<p>1. 不同方案應有綜合指標，俾利研判，請研究團隊整理出可反映不同方案之綜合性指標。</p> <p>2. 本計畫經諮詢與會委員與機關代表，本次期中報告原則審查通過。</p> <p>3. 請研究團隊根據今日委員及相關單位之意見(含書面意見)研提處理情形答覆意見，列為修訂報告書之依據，並請依契約規定辦理後續事宜。</p>	<p>1. 每一個方案均有其獨特之處，各有不同之考量。但所有方案均有其路軌之設計，亦必須考量未來擬營運之班表。因此鐵路之路線利用率，可做為各方案可共同使用之綜合指標。本計畫以目前國際最廣用之班表壓縮路線容量容分析方法為基礎，結合運研所開發之自動解衝突技術，成功開發可接軌國際，並可運用於臺鐵之方法，可用以評估各方案之路線利用率。</p> <p>2. 謝謝。</p> <p>3. 遵照辦理。</p>	<p>同意研究單位處理情形。</p> <p>同意研究單位處理情形。</p> <p>同意研究單位處理情形。</p>

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
國立陽明交通大學黃委員明居		
1. 整體的研究成果非常豐碩，開發出世界級的解除班表衝突等技術。	1. 謝謝肯定，期待所開發之成果能成為政府及實務界之有用工具。	同意研究單位處理情形。
2. 請說明如何評估本計畫所開發出壓縮班表技術之結果，及其可行性為何？	2. 班表經壓縮之後雖然仍保有合格的時隔、停站時間等，但因未考慮乘客需求，故不可執行。班表壓縮之目的並不在得到另一份用以執行之班表；事實上班表壓縮是用以評估該班佔用路線容量比例之演算方法。	同意研究單位處理情形。
3. 對於供需分析與運轉分析內容深入且實用，值得肯定。	3. 謝謝肯定。	同意研究單位處理情形。
4. 報告書文字部分，建議可載明更詳細與系統分析的內容，如：報告書第三~五章蒐集資料的彙整表。	4. 彙整表確有助快速瞭解。然第三至第五章，每一章所涵蓋之資料均各有相當之多樣性，若勉予整合彙整，恐有導致斷章取義之虞。目前各章針對其中各型態之資料，適合表列者均於文字說明之外另行製表，應已有助閱讀瞭解	同意研究單位處理情形。
5. 計畫名稱「診斷」，本計畫對數項工程案均有提出診斷，是否有可能提出建議方案？	5. 本計畫分析鐵路工程案之目的在測試及展現研究成果之可用性。提出建議方案有其重要性及必要性，惟並非本計畫之期程與經費所能容納。然相關權責單位或顧問公司研擬建議方案時，本計畫所開發維護之「智慧鐵路平臺」將可做為方案分析評估之有用工具。	同意研究單位處理情形。
6. 目前智慧鐵路平臺之資料如何界接臺鐵資料？	6. 目前智慧鐵路平臺並無直接界接臺鐵資料。路線資源資料係使用臺	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
	鐵行控中心顯示面板相片，使用智慧鐵路平臺之車站、站間及路網編輯功能以人工建立之；售票紀錄資料係由臺鐵四代票務系統每日上傳原始資料之後，先以人工檢查其完整性，再存入檔案中；每日班表之拋轉則目前因故中斷，刻正雙方合作克服中。	形。
交通部路政司魏科長瑜		
1.本計畫完整而深入收集臺鐵實務資料，且臺鐵局協助提供資料，均值得肯定。	1.謝謝委員肯定。	同意研究單位處理情形。
2.經長期研究，已成功研發列車排點自動化之技術，具有實務應用之價值。後續建議可進一步思考如何結合運研所、臺鐵局及研究團隊，讓技術落地應用。	2.列車排點自動化之技術確已具有實務應用之價值，惟尚待以此技術為基礎，開發成為實務界可直接上線運用之套裝軟體。未來可結合產官學各界之力量，投注資源打造車體(套裝軟體)以裝配這顆大馬力引擎(自動排點技術)。	同意研究單位處理情形。
3.本計畫針對花東地區鐵路雙軌電氣化計畫、桃園都會區鐵路地下化計畫、嘉義縣市鐵路高架化計畫及基隆南港間通勤軌道建設計畫進行診斷，分析結果顯示，藉由本鐵路供需診斷模式軟體有助發現建設計畫未來可能問題，期待後續可提出具體作法之建議。	3.本計畫分析鐵路工程案之目的在測試及展現研究成果之可用性。提出建議方案有其重要性及必要性，惟並非本計畫之期程與經費所能容納。在另一方面，本計畫取得資料之案例均已奉核定，即便提出建議方案，可參考之空間可能不大。	同意研究單位處理情形。
4.針對未來彰化站高架化、花壇機檢段、集集線改善以及田中支線之綜合影響，需進行較深入之運轉分析，建議納入下一年度計畫之案例分析。	4.據初步瞭解，所述之狀況雖然複雜，但仍在智慧鐵路平臺運轉分析能力範圍之內。期待未來有機會參與分析。	同意研究單位處理情形。
5.檢修部分，對於不同車型的不同週期，如何納入考慮？	5.此為重要實務課題，惟本計畫並未納入車輛檢修排程之研究。	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
		形。
交通部臺灣鐵路管理局		
<p>1.有關 UIC 容量分析方法，本局進行路線容量分析時亦詳實考慮擬執行之班表。</p> <p>2.藉由本鐵路供需診斷模式軟體，可做為臺鐵局與鐵道局共同探討後續新軌道布設與新建或改善車站對未來營運影響之共同平臺。</p>	<p>1.誠如 UIC 文件^[20]所指出，路線容量係由路軌與班表所共同決定，臺鐵局實務進行路線容量分析時詳實考慮擬執行之班表，確有其必要性，與國際廣用之方法相一致、亦與本計畫所開發之方法一致。</p> <p>2.此確為本計畫重要目標之一。</p>	<p>同意研究單位處理情形。</p> <p>同意研究單位處理情形。</p>
交通部鐵道局		
<p>1.曾於民國 82 年購買一套排班軟體，然排班困難在於設定待避原則，請說明本鐵路供需診斷模式軟體如何處理。</p> <p>2.立體化工程將影響與調整調車場位置，例如：高雄調車場移至潮州，請說明本鐵路供需診斷模式軟體如何因應分析。</p> <p>3.全臺已啟動多項立體化工程，本鐵路供需診斷模式軟體是否均可納入進行運轉分析，俾利掌握計畫間相互影響情形。</p>	<p>1.本軟體係使用數學規劃之技術，以數學模式描述所有可能的待避可能性，即可達到自動化之目的。此外並開發求解方法以達到快速求解之實用化目的。</p> <p>2.智慧鐵路平臺有能力納入調車場之考量。使用者可使用該平臺之編輯環境設定調車場之位置以及其與路線相連接之股道，再依正常方式設定車次行程即可。後續所有分析均將自動納入調車場之考量。</p> <p>3.多項鐵路工程相互影響之掌握，確為極重要之課題。智慧鐵路平臺具有同時考慮多項鐵路工程之整合分析能力。報告書第 8.6 節即同時考慮花東地區鐵路雙軌電氣化工程、桃園都會區鐵路地下化工程及嘉義縣市鐵路高架化工程全數完工之未來狀況。</p>	<p>同意研究單位處理情形。</p> <p>同意研究單位處理情形。</p> <p>同意研究單位處理情形。</p>

參與審查人員及其所提之意見 (依發言順序)	合作研究單位 處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
4.報告書中有關建設資料部分，請依目前最新核定情形，進行資料更新。	4.在相關單位大力推動之下，各項建設計畫均持續進行，其各階段之核定情形亦持續變動。本計畫係以可取得之資料為基礎，目的在測試智慧鐵路平臺之能力及效果。	同意研究單位處理情形。
交通部臺灣鐵路管理局朱副局長來順		
1.本計畫透過班表壓縮法，說明了除既有路線條件外，亦將班表納入路線容量之計算指標，可較貼近實際路線運用情況。因此針對鐵道局辦理各項鐵路建設案分析，為提升本案分析精準度，未來應與鐵道局建立資訊交流管道，以確保有關資料取得之正確性、及時性，並搭配台鐵局未來行車規劃，對各項鐵路建設案提供建議方向。	1.謝謝指正，本計畫已與臺鐵局建立資訊交流管道，未來將強化與鐵道局之資訊交流，以期充份利用智慧鐵路平臺之能力對各項鐵路建設案提供有用之建議。	同意研究單位處理情形。
國立成功大學鄭教授永祥(書面意見)		
1.有關第二章重要文獻回顧所整理的國內外文獻，建議在這一章加一小節說明出現有的文獻還有哪些部分可以加以強化，另現在國內外的文獻在發展鐵路系統工具診斷模式軟體的維護及擴充時那些應用可供台灣參考。	1.第二章文獻回顧之目的在說明目前國內外於本計畫相關部分的研究成果，至於各該文獻各有何可強化之部分，並非本計畫所能探討。目前我國發展鐵路系統供需診斷軟體系統工具，最適合的技術為運研所於108 ^[1] 、109 ^[2] 年之成果，其所提出由運能產生、運輸需求、乘客選擇所構成之架構，以及六大模式，構成鐵路系統供需分析以及運轉分析之基石。	同意研究單位處理情形。
2.本計畫所提供的台鐵人力資源資料，車輛資源資料、台鐵路線資源以及鐵路建設資料，建議在各章裡面有個小節，做一個歸納的分析。	2.第四至第六章，每一章所涵蓋之資料均各有相當之多樣性，若勉予整合彙整，恐有導致斷章取義之虞。目前各章針對其中各型態之資料，適合表列者均於文字說明之外另行製表，應已有助閱讀瞭解。	同意研究單位處理情形。

參與審查人員及其所提之意見 (依發言順序)	合作研究單位 處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
3.本計畫提出花東地區鐵路雙軌電氣化計畫在未來完工後路線容量因可提高大約3倍，請問是有足夠的輔證資料來驗證這個倍數推估？	3.基於UIC ^[20] 所提出「鐵路並沒有絕對的容量值；其容量係由路軌及班表所共同決定」之觀念，本計畫利用臺鐵現行班表進行本項推估。由於「臺灣鐵道容量手冊」所提供之路線容量分析方法並無法考慮臺鐵或其他給定之班表，因此無法直接比較其結果。然而依訪談所得之先驗知識，通常單線鐵路與雙線鐵路之容量差異大約為4倍。而臺東線之現況為大約70%之里程為單線。以此觀之，2.89倍之估計值應在合理範圍內。	同意研究單位處理情形。
4.本計畫發現基隆南港間通勤軌道建設計畫有降低路線容量之慮，另外可能會忽略西幹線、宜蘭線以及貨物列車的影響，除定性描述外，可否提出模型所推估之定量影響？	4.本計畫所推估之定量影響為，現況班表於現況路軌運行時，其流量容量比為 $V/C=79.1\%$ ；若將現況班表於完工後之路軌運運行時，流量容量比為 $V/C=83.7\%$ ，顯示路線容量有所縮減。而分析過程中亦發現，若於分析過程中忽略這些附近路線或貨物列車之影響，則有可能得到過度樂觀之分析結果。這些過度樂觀之結果並無參考價值，因此不宜具體呈現於報告書中以避免誤導。	同意研究單位處理情形。
5.第九章後續研究部分有提到未來使用者深度參與之重要性，可否建議使用者如何深度參與才是未來成功推廣的重要關鍵因素？	5.此處之關鍵在「使用者」而非在「深度參與」。所謂使用者指系統完成之後將真正用以處理其公務業務之人員。其所提出之需求以及試用體驗將具有最真實的參考價值，對系統開發具有關鍵性之幫助。	同意研究單位處理情形。
東吳大學賈主任秘書凱傑(書面意見)		
1.本計畫提出的方法在維護及擴充鐵路系統供需診斷上，極具實務應用之可行性，用以進行未來供需策	1.謝謝肯定，供實務應用確為研究之目標，亦為智慧鐵路平臺之開發目的。	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
<p>略分析極具效率。</p> <p>2.本計畫之成果既已發展完成智慧鐵路平臺軟體分析工具，應把握時效，將研究內之成果申請專利、平臺商品化，已徹底發揮研究成果的實務應用價值。</p> <p>3.目前對於台鐵作業之考量似多以客運為主，對於貨運較少分析；建議保留未來恢復發展貨運物流時的彈性。</p> <p>4.本計畫對於客運列車之考量相當完整，但是對於貨運列車的營運特性似乎較少分析貨運列車長度是否會在維護及擴充鐵路系統供需診斷上，甚至在政策模擬上，造成影響？雖然目前台鐵貨運功能持續減少，並不表示未來就沒有發展貨運物流的可能。</p> <p>5.第五章中考慮了站間股道配置、車站股道配置、路線及車站等，請問如遇較長列車(如貨運列車)待避，在站間或車站內，是否會造成系統分析的盲點？</p> <p>6.目前均以台鐵現有的組織架構進行分析，請問本系統適用於「車路分離」的營狀況？換言之，系統能否分析兩家以上的公司班表的情境？</p>	<p>2.本計畫進行過程中已將其中一部分重要技術申請專利並獲核准(證書號 M621269)。進一步商品化則為使技術發揮更大效用的重要一步。未來可結合產官學各界之力量，投注資源往此方向努力。</p> <p>3.謝謝建議。多年來臺鐵具有貨運功能之車站持續減少，未來是否有可能恢復發展貨運物流、若有將可以何種運轉型態恢復，均有極大之不確定性。</p> <p>4.除貨物列車之外，客運列車亦須注意其長度與股道有效長以及月台長度之匹配。這些均已納入模式之考慮能力內。</p> <p>5.本項考慮屬第 5.5 節車站慣用股道之範疇，已納入系統考慮中。</p> <p>6.智慧鐵路平臺並未對營運公司有任何假設，因此就供需分析、運轉分析、自動排點等項目而言，應不受營運公司之影響。惟實際應用狀況如何，可能須視未來各相關公司之間互動之商業模式而定。</p>	<p>同意研究單位處理情形。</p> <p>同意研究單位處理情形。</p> <p>同意研究單位處理情形。</p> <p>同意研究單位處理情形。</p> <p>同意研究單位處理情形。</p>
本所運輸計畫組		
1.本計畫「2.5 臺灣鐵道容量手冊」有	1.謝謝指正，有關將鐵路想像成輸水	同意研究單

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
<p>關本組辦理之鐵道容量相關內容，有諸多誤解及混淆，例如文中敘及本手冊第 2.3.1 節之瓶頸點理論基礎，僅是整體鐵道容量研究之一小部分成果；另有關提及本手冊無法分析單線混合及三軌化區間之容量問題，皆有誤解(請詳參傳統暨區域鐵路篇之 3.2 節單線連續區段容量分析模式)，基於文獻回顧內容之正確周延性，及免讀者誤解本所各組間相關研究之重疊性，建議宜重新釐清修正。</p> <p>2. 列車排點作業並不等於也無法完全取代鐵道容量分析，且容量分析之 Output 為運轉時隔，但運轉時隔卻是列車排點作業的 Input，建議本計畫不應混淆相關理論邏輯。</p>	<p>管乙節，已於報告書中以加引號之方式直接引用手冊^[23]原文，相信可更為明確。</p> <p>有關單雙線混合及三軌化區間之分析之相關回顧文字已修正。</p> <p>2. 如手冊^[23]「傳統暨區域鐵路篇」第 3-3 頁，圖 3-2 所示，容量分析之輸入為號誌時距，據以計算得到平均運轉時隔。然而平均運轉時隔並非列車排點演算之輸入資料，應無混淆。</p>	<p>位處理情形。</p> <p>同意研究單位處理情形。</p>
會議結論		
<p>1. 本案已於 110 年 12 月 8 日提送期末報告(初稿)，符合契約規定。</p> <p>2. 審查會議各委員及與會單位研提之口頭及書面意見，請財團法人成大研究發展基金會整理「審查意見處理情形表」，且逐項說明回應辦理情形，並充分納入報告之修正。</p> <p>3. 本計畫經徵詢審查委員意見，期末審查原則通過，請財團法人成大研究發展基金會於 110 年 12 月 28 日前提送期末修訂報告，俾利辦理後續結案驗收、付款等行政程序。</p>	<p>1. 謝謝。</p> <p>2. 配合辦理。</p> <p>3. 配合辦理。</p>	<p>同意研究單位處理情形。</p> <p>同意研究單位處理情形。</p> <p>同意研究單位處理情形。</p>

