

114-038-1474
MOTC-IOT-112-PDB003

城際鐵道容量分析暨應用研究(1/2)—— 編組站及端末站之容量模式構建

著者：黃笙琰、鍾志成、張恩輔、胡仲瑋、陳怡蓁、張舜淵
呂怡青、劉昭榮、王劭暉

交通部運輸研究所

中華民國 114 年 4 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

城際鐵道容量分析暨應用研究. (1/2) : 編組站及末端站
之容量模式構建/黃筌玹, 鍾志成, 張恩輔, 胡仲瑋, 陳
怡蓁, 張舜淵, 呂怡青, 劉昭榮, 王劭暉著. -- 初版. --
臺北市 : 交通部運輸研究所, 民 114.04

面 ; 公分

ISBN 978-986-531-665-5(平裝)

1.CST: 鐵路管理 2.CST: 運輸規劃 3.CST: 運輸系統
4.CST: 容量分析

557.23

114003444

城際鐵道容量分析暨應用研究(1/2)—編組站及末端站之容量模式構建

著 者：黃筌玹、鍾志成、張恩輔、胡仲瑋、陳怡蓁、張舜淵、呂怡青、
劉昭榮、王劭暉

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 114 年 4 月

印 刷 者：全凱數位資訊有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 66 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定 價：300 元

展 售 處：

交通部運輸研究所運輸科技及資訊組 • 電話：(02)2349-6789

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

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

GPN : 1011400329 ISBN : 978-986-531-665-5(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：城際鐵道容量分析暨應用研究(1/2)—編組站及末端站之容量模式構建			
國際標準書號 (或叢刊號) ISBN 978-986-531-665-5(平裝)	政府出版品統一編號 1011400329	運輸研究所出版品編號 114-038-1474	計畫編號 112-PDB003
本所主辦單位：運輸計畫及陸運組 主管：張舜淵 計畫主持人：張舜淵 研究人員：呂怡青、劉昭榮、王劭暉 聯絡電話：(02)2349-6809 傳真號碼：(02)2545-0428	合作研究單位：財團法人中興工程顧問社 計畫主持人：黃筌玟 研究人員：鍾志成、張恩輔、胡仲瑋、陳怡蓁 地址：臺北市內湖區新湖二路 280 號 聯絡電話：(02)8791-9198	研究期間 自 112 年 3 月 至 112 年 12 月	
關鍵詞：城際鐵道、鐵道容量分析、模擬模式			
<p>摘要：</p> <p>為因應國內各種鐵道系統建設需要，本所辦理一系列鐵道容量研究計畫，其中在傳統鐵路系統方面，已經發展了鐵道容量分析模式與軟體，做為搜尋容量瓶頸及提升運能的評估工具，然而，對於編組站及末端站之容量分析課題仍有待精進，爰此，本所展開「城際鐵道容量分析暨應用研究」兩年期計畫。</p> <p>本計畫的第一年（112 年）回顧了國內外相關文獻，並考量進路、行駛路徑、交通組成、站內停靠時間與號誌安全時距等因素，構建城際鐵道場站容量模擬模式。在案例分析中，本計畫設計了數個案例進行測試，以確認模式的特性符合先驗知識，此外，更以臺鐵實務案例進行驗證分析，其結果與臺鐵公司的認知相符。最後透過敏感度分析，釐清各因素對場站容量之影響。相關成果如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 完成城際鐵道場站容量分析模式之建構。 2. 針對末端站、編組站與中間折返站以測試案例進行分析，確認模式成果合理性。 3. 以臺鐵基隆、蘇澳、樹林、花蓮與新竹等站進行實際案例容量分析。 4. 進行敏感度分析，影響場站容量主要因素包含： <ol style="list-style-type: none"> (1) 列車於站內停靠時間。 (2) 號誌安全時距。 (3) 站內軌道數。 (4) 列車車種之交通組成。 			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
114 年 4 月	260	300	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：1.本研究之結論與建議不代表交通部之意見。 2.本研究係使用交通部鐵道局經費辦理。			

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

TITLE: Research on Capacity Analysis of Intercity Railways and Its Applications (1/2) – Rail Capacity Model for the Classification Yard and Terminal Station			
ISBN(OR ISSN) ISBN 978-986-531-665-5(pbk.)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1011400329	IOT SERIAL NUMBER 114-038-1474	PROJECT NUMBER 112-PDB003
DIVISION: Transportation Planning and Land Transport Division DIVISION DIRECTOR: Shuen-Yuan Chang PRINCIPAL INVESTIGATOR: Shuen-Yuan Chang PROJECT STAFF: Yi-Ching Lu, Jau-Rong Liu, Shao-Wei Wang PHONE: +886-2-23496809 FAX: +886-2-25450428			PROJECT PERIOD FROM March 2023 TO December 2023
RESEARCH AGENCY: Sinotech Engineering Consultants, Inc. PRINCIPAL INVESTIGATOR: Sheng-Hsuan Huang PROJECT STAFF: Jyh-Cherng Jong, En-Fu Chang, Chung-Wei Hu, Yi-Chen Chen ADDRESS: No. 280, Xinhu 2 nd Rd., Neihu Dist., Taipei City, Taiwan (R.O.C.) PHONE: +886-2-87919198			
KEY WORDS: Intercity Railway, Rail Capacity Analysis, Simulation Model			
<p>ABSTRACT:</p> <p>To meet the construction needs of various railway systems in Taiwan, the Institute of Transportation has carried out a series of rail capacity research projects. In terms of conventional railway systems, railway capacity analysis models and software have been developed as assessment tools to evaluate the effectiveness of bottleneck mitigation measures and capacity enhancement. However, the capacity analysis issues at classification yards and terminal stations still need future investigations. Therefore, the Institute of Transportation launched this two-year project called “Research on Capacity Analysis of Intercity Railways and Its Applications.”</p> <p>In the first year (2023) of the project, this study reviewed relevant literature, and built a simulation-based model to evaluate station capacity for intercity railway systems, considering factors such as routes, paths, traffic composition, dwell times, and signal times. In the case study, we designed several test cases to confirm that the behavior of the proposed model is consistent with practical experience. Furthermore, to verify the model, we took some stations of Taiwan Railways as examples to evaluate its capacity. The analysis results are consistent with the Taiwan Railway Administration’s estimation. Finally, through sensitivity analysis, the impact of various factors on station capacity was clarified. The outcomes of this study are summarized as follows:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Complete the construction of the station capacity evaluating model. 2. Evaluate the capacity of the terminal station, classification station and turnaround station with testing cases to verify the model. 3. Evaluate the capacity of stations with real cases including Keelung, Suao, Shulin, Hualien and Hsinchu Stations of Taiwan Railway. 4. Conduct sensitivity analysis and discover the impact factors of station capacity as follows: <ol style="list-style-type: none"> (1) Dwelling time of trains in station. (2) Signal time. (3) Track layout in station. (4) Traffic composition. 			
DATE OF PUBLICATION April 2025		NUMBER OF PAGES 260	PRICE 300
1. The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications. 2. This project is funded by Railway Bureau, Ministry of Transportation and Communications.			

目 錄

目 錄.....	III
圖 目 錄.....	V
表 目 錄.....	IX
第一章 緒論.....	1-1
1.1 計畫緣起.....	1-1
1.2 全程計畫概要.....	1-2
1.3 研究範圍.....	1-2
1.4 研究對象.....	1-3
1.5 研究目標.....	1-4
1.6 工作項目與內容.....	1-4
1.7 執行流程.....	1-7
第二章 重要文獻回顧.....	2-1
2.1 本所鐵道容量研究現況.....	2-1
2.2 場站容量分析相關文獻.....	2-5
2.2.1 評估場站運輸能力之指標.....	2-5
2.2.2 影響場站容量之因素.....	2-6
2.2.3 分析場站容量之方法.....	2-17
2.3 小結.....	2-27
第三章 場站容量分析模式建構.....	3-1
3.1 編組站和末端站列車運轉特性.....	3-1
3.2 模式構想與基本概念.....	3-4
3.3 模式架構.....	3-6
3.4 假設條件.....	3-7
3.5 輸入參數.....	3-7
3.5.1 進路.....	3-8
3.5.2 行駛路徑.....	3-8
3.5.3 交通組成.....	3-9
3.5.4 站內停靠時間.....	3-10
3.5.5 號誌安全時距.....	3-10
3.5.6 運轉寬裕時間係數.....	3-16

3.6 演算流程	3-17
3.6.1 整體流程	3-17
3.6.2 事件處理流程	3-19
3.6.3 演算過程範例	3-20
3.7 平均運轉時隔與場站容量計算	3-25
第四章 案例分析	4-1
4.1 測試案例	4-1
4.1.1 末端站測試範例	4-1
4.1.2 編組站測試範例	4-5
4.1.3 中間折返站測試範例	4-11
4.2 應用案例	4-15
4.2.1 基隆站	4-16
4.2.2 蘇澳站	4-19
4.2.3 樹林站	4-22
4.2.4 花蓮站	4-33
4.2.5 新竹站	4-40
第五章 敏感度分析	5-1
5.1 末端站測試範例	5-1
5.2 編組站測試範例	5-4
5.3 中間折返站案例	5-11
5.4 臺鐵基隆站	5-16
第六章 結論與建議	6-1
6.1 結論	6-1
6.2 建議	6-3
參考文獻	參-1
附錄一、期中報告審查會議意見與處理情形	附 1-1
附錄二、專家學者座談會會議紀錄	附 2-1
附錄三、期末報告審查會議意見與處理情形	附 3-1
附錄四、花蓮站案例之號誌安全時距設定	附 4-1
附錄五、教育訓練辦理情形	附 5-1
附錄六、研究成果海報	附 6-1
附錄七、期末報告審查會議簡報	附 7-1

圖目錄

圖 1.2-1	全程計畫概要示意圖	1-2
圖 1.3-1	鐵道容量研究範圍	1-3
圖 1.7-1	研究流程圖	1-8
圖 2.1-1	本所歷年鐵道容量系列研究	2-1
圖 2.1-2	單一區段鐵道容量分析模式之基本分析單元	2-4
圖 2.1-3	連續區段鐵道容量分析模式之分析範圍	2-4
圖 2.1-4	傳統暨區域鐵路鐵道容量分析模式考慮之車站類型	2-4
圖 2.2-1	兩島式月臺四股道車站軌道布置	2-6
圖 2.2-2	兩岸壁式月臺四股道車站軌道布置	2-7
圖 2.2-3	臺鐵彰化站與彰化機務段軌道配置示意圖	2-7
圖 2.2-4	臺鐵基隆站軌道配置示意圖	2-8
圖 2.2-5	台灣高鐵南港站軌道配置示意圖	2-8
圖 2.2-6	將聯鎖區域切分為元件	2-8
圖 2.2-7	副正線供雙向列車共用	2-9
圖 2.2-8	副正線專供下行列車專用	2-9
圖 2.2-9	進路關係矩陣表範例	2-10
圖 2.2-10	台灣高鐵左營站軌道配置	2-11
圖 2.2-11	高鐵左營站進路衝突範例	2-11
圖 2.2-12	高鐵左營站進路獨立範例	2-12
圖 2.2-13	停靠列車可使用主、副正線	2-15
圖 2.2-14	通過列車僅使用主正線	2-15
圖 2.2-15	狹義與廣義停站時間示意圖	2-15
圖 2.2-16	折返列車於車站內停靠副正線	2-16
圖 2.2-17	停站時間對運轉時隔之影響	2-16
圖 2.2-18	進路鎖定表範例	2-17
圖 2.2-19	非衝突進路表示法	2-19
圖 2.2-20	非衝突進路樹狀圖	2-19
圖 2.2-21	聯鎖區域不同進路之相依性	2-20
圖 2.2-22	模擬計算聯鎖區平均運轉時隔之流程圖	2-21
圖 2.2-23	列車累積進出站流量與時間關係圖	2-23
圖 2.2-24	列車進出站流量尖離峰與時間關係圖	2-23
圖 2.2-25	Potthoff 方法演算流程圖	2-24
圖 2.2-26	於折返站使用 UIC 406 壓縮法	2-26
圖 3.1-1	末端站列車運轉情形	3-2
圖 3.1-2	停靠與通過列車於編組站之運轉情形	3-3
圖 3.1-3	列車於編組站折返之運轉情形	3-3
圖 3.1-4	列車從編組站始發之運轉情形	3-3
圖 3.1-5	列車以編組站為終點之運轉情形	3-4
圖 3.1-6	列車於場站內之運轉特性	3-4

圖 3.2-1	場站容量分析模式之演算概念	3-5
圖 3.2-2	列車抵達和離開事件示意圖	3-6
圖 3.3-1	場站容量分析模式架構	3-7
圖 3.5-1	抵達進路與離開進路示意圖	3-8
圖 3.5-2	由進路組成行駛路徑示意圖	3-9
圖 3.5-3	行駛路徑示意圖	3-10
圖 3.5-4	進路為接續關係之示意圖	3-11
圖 3.5-5	進路為重疊關係之示意圖 (同股道進站)	3-11
圖 3.5-6	進路為重疊關係之示意圖 (同股道離站)	3-11
圖 3.5-7	進路為平面交叉關係之示意圖 (先進再出平面交叉)	3-12
圖 3.5-8	進路為平面交叉關係之示意圖 (先出再進平面交叉)	3-12
圖 3.5-9	進路為平面交叉關係之示意圖 (進站平面交叉)	3-12
圖 3.5-10	進路為平面交叉關係之示意圖 (離站平面交叉)	3-13
圖 3.5-11	進路為對向衝突關係之示意圖 (先出再進對向衝突)	3-13
圖 3.5-12	進路為對向衝突關係之示意圖 (先進再出對向衝突)	3-13
圖 3.5-13	進路為匯流關係之示意圖 (不同股道進站匯流)	3-14
圖 3.5-14	進路為匯流關係之示意圖 (不同股道離站匯流)	3-14
圖 3.5-15	進路為分流關係之示意圖 (進站分流)	3-15
圖 3.5-16	進路為分流關係之示意圖 (離站分流)	3-15
圖 3.6-1	模擬列車抵達與離開場站之整體流程	3-18
圖 3.6-2	事件處理流程	3-19
圖 3.6-3	演算範例	3-20
圖 3.6-4	演算過程展示 1	3-20
圖 3.6-5	演算過程展示 2	3-21
圖 3.6-6	演算過程展示 3	3-21
圖 3.6-7	演算過程展示 4	3-22
圖 3.6-8	演算過程展示 5	3-22
圖 3.6-9	演算過程展示 6	3-23
圖 3.6-10	演算過程展示 7	3-23
圖 3.6-11	演算過程展示 8	3-24
圖 3.6-12	演算過程展示 9	3-24
圖 3.6-13	演算過程展示 10	3-25
圖 3.7-1	評估場站容量的時間範圍示意圖	3-27
圖 4.1-1	末端站測試範例之軌道布置情形	4-1
圖 4.1-2	末端站測試範例分析結果之時空圖片段	4-5
圖 4.1-3	編組站測試範例之軌道布置情形	4-5
圖 4.1-4	編組站測試範例分析結果之時空圖片段	4-11
圖 4.1-5	中間折返站測試範例之軌道布置情形	4-12
圖 4.1-6	中間折返站測試範例分析結果之時空圖片段	4-15
圖 4.2-1	臺鐵基隆站之軌道布置情形	4-16
圖 4.2-2	臺鐵基隆站之軌道布置簡圖	4-16

圖 4.2-3	基隆站案例分析結果之時空圖片段.....	4-19
圖 4.2-4	臺鐵蘇澳站之軌道布置情形.....	4-20
圖 4.2-5	臺鐵蘇澳站之軌道布置簡圖.....	4-20
圖 4.2-6	蘇澳站案例分析結果之時空圖片段.....	4-22
圖 4.2-7	臺鐵樹林站之軌道布置情形.....	4-23
圖 4.2-8	臺鐵樹林站之軌道布置簡圖.....	4-23
圖 4.2-9	樹林站案例分析結果之時空圖片段.....	4-33
圖 4.2-10	臺鐵花蓮站之軌道布置情形.....	4-33
圖 4.2-11	臺鐵花蓮站之軌道布置簡圖.....	4-34
圖 4.2-12	花蓮站案例分析結果之時空圖片段.....	4-40
圖 4.2-13	臺鐵新竹站之軌道布置情形.....	4-41
圖 4.2-14	臺鐵新竹站之軌道布置簡圖.....	4-41
圖 4.2-15	新竹站案例分析結果之時空圖片段.....	4-50
圖 5.1-1	折返整備時間對末端站容量之影響.....	5-1
圖 5.1-2	不同股道進站時距對末端站容量之影響.....	5-2
圖 5.1-3	不同股道離站時距對末端站容量之影響.....	5-2
圖 5.1-4	平面交叉先進站後離站時距對末端站容量之影響.....	5-3
圖 5.1-5	站內軌道數對末端站容量之影響.....	5-3
圖 5.2-1	停站時間對編組站容量之影響.....	5-4
圖 5.2-2	始發整備時間對編組站容量之影響.....	5-5
圖 5.2-3	終點清車時間對編組站容量之影響.....	5-5
圖 5.2-4	不同股道進站時距對編組站容量之影響.....	5-6
圖 5.2-5	不同股道離站時距對編組站容量之影響.....	5-7
圖 5.2-6	同股道先行車離站至續行車進站時距對編組站容量之影響.....	5-7
圖 5.2-7	平面交叉先離站後進站時距對編組站容量之影響.....	5-8
圖 5.2-8	平面交叉先進站後離站時距對編組站容量之影響.....	5-8
圖 5.2-9	同向平面交叉時距對編組站容量之影響.....	5-9
圖 5.2-10	進出調車場時距對編組站容量之影響.....	5-9
圖 5.2-11	交通組成對編組站容量之影響.....	5-10
圖 5.3-1	停站時間對中間折返站容量之影響.....	5-11
圖 5.3-2	折返整備時間對中間折返站容量之影響.....	5-12
圖 5.3-3	不同股道進站時距對中間折返站容量之影響.....	5-13
圖 5.3-4	不同股道離站時距對中間折返站容量之影響.....	5-13
圖 5.3-5	同股道先行車離站至續行車進站時距對中間折返站容量之影響.....	5-14
圖 5.3-6	平面交叉先離站後進站時距對中間折返站容量之影響.....	5-14
圖 5.3-7	平面交叉先進站後離站時距對中間折返站容量之影響.....	5-15
圖 5.3-8	交通組成對中間折返站容量之影響.....	5-16
圖 5.4-1	基隆站之場站容量影響因素比較圖.....	5-17
圖 5.4-2	平面交叉先進站後離站時距對基隆站容量之影響.....	5-18
圖 5.4-3	不同股道進站時距對基隆站容量之影響.....	5-18
圖 5.4-4	不同股道離站時距對基隆站容量之影響.....	5-18

圖 5.4-5	自強號整備時間對基隆站容量之影響	5-19
圖 5.4-6	交通組成對基隆站容量之影響	5-19
圖 5.4-7	軌道運用對基隆站容量之影響	5-20
圖 5.4-8	基隆站軌道布置改善	5-21
圖 5.4-9	軌道布置對基隆站容量之影響	5-22

表目錄

表 2.2-1	台灣高鐵左營站進路鎖定表.....	2-11
表 2.2-2	傳統暨區域鐵路容量模式之號誌安全時距種類.....	2-13
表 2.2-3	號誌安全時距矩陣表範例.....	2-14
表 3.2-1	離散事件模擬組成要素對應表.....	3-6
表 4.1-1	末端站測試範例之進路設定.....	4-2
表 4.1-2	末端站測試範例之行駛路徑設定.....	4-3
表 4.1-3	末端站測試範例之號誌安全時距設定.....	4-4
表 4.1-4	編組站測試範例之進路設定.....	4-6
表 4.1-5	編組站測試範例之行駛路徑設定.....	4-7
表 4.1-6	編組站測試範例之交通組成與站內停靠時間設定.....	4-8
表 4.1-7	編組站測試範例之號誌安全時距設定 1.....	4-9
表 4.1-8	編組站測試範例之號誌安全時距設定 2.....	4-9
表 4.1-9	編組站測試範例之號誌安全時距設定 3.....	4-10
表 4.1-10	編組站測試範例之號誌安全時距設定 4.....	4-10
表 4.1-11	編組站測試範例容量分析結果.....	4-11
表 4.1-12	中間折返站測試範例之進路設定.....	4-12
表 4.1-13	中間折返站測試範例之行駛路徑設定.....	4-13
表 4.1-14	中間折返站測試範例之交通組成與站內停靠時間設定.....	4-13
表 4.1-15	中間折返站測試範例之號誌安全時距設定.....	4-14
表 4.1-16	中間折返站測試範例容量分析結果.....	4-14
表 4.2-1	臺鐵末端站、編組站、中間折返站分類表.....	4-15
表 4.2-2	基隆站案例之進路設定.....	4-17
表 4.2-3	基隆站案例之行駛路徑設定.....	4-17
表 4.2-4	基隆站案例之交通組成與站內停靠時間設定.....	4-18
表 4.2-5	基隆站案例之號誌安全時距設定.....	4-18
表 4.2-6	不同運轉寬裕時間係數之基隆站容量表現.....	4-19
表 4.2-7	蘇澳站案例之進路設定.....	4-20
表 4.2-8	蘇澳站案例之行駛路徑設定.....	4-21
表 4.2-9	蘇澳站案例之交通組成與站內停靠時間設定.....	4-21
表 4.2-10	蘇澳站案例之號誌安全時距設定.....	4-21
表 4.2-11	不同運轉寬裕時間係數之蘇澳站容量表現.....	4-22
表 4.2-12	樹林站案例之進路設定.....	4-24
表 4.2-13	樹林站案例之行駛路徑設定.....	4-26
表 4.2-14	樹林站案例之交通組成與站內停靠時間設定.....	4-27
表 4.2-15	樹林站案例之號誌安全時距設定 1.....	4-28
表 4.2-16	樹林站案例之號誌安全時距設定 2.....	4-28
表 4.2-17	樹林站案例之號誌安全時距設定 3.....	4-29
表 4.2-18	樹林站案例之號誌安全時距設定 4.....	4-29
表 4.2-19	樹林站案例之號誌安全時距設定 5.....	4-30

表 4.2-20	樹林站案例之號誌安全時距設定 6.....	4-30
表 4.2-21	樹林站案例之號誌安全時距設定 7.....	4-31
表 4.2-22	樹林站案例之號誌安全時距設定 8.....	4-31
表 4.2-23	樹林站案例之號誌安全時距設定 9.....	4-32
表 4.2-24	不同運轉寬裕時間係數之樹林站容量表現.....	4-32
表 4.2-25	花蓮站案例之進路設定.....	4-34
表 4.2-26	花蓮站案例之行駛路徑設定.....	4-37
表 4.2-27	花蓮站案例之交通組成與站內停靠時間設定.....	4-39
表 4.2-28	不同運轉寬裕時間係數之花蓮站容量表現.....	4-39
表 4.2-29	新竹站案例之進路設定.....	4-42
表 4.2-30	新竹站案例之行駛路徑設定.....	4-43
表 4.2-31	新竹站案例之交通組成與站內停靠時間設定.....	4-44
表 4.2-32	新竹站案例之號誌安全時距設定 1.....	4-45
表 4.2-33	新竹站案例之號誌安全時距設定 2.....	4-45
表 4.2-34	新竹站案例之號誌安全時距設定 3.....	4-46
表 4.2-35	新竹站案例之號誌安全時距設定 4.....	4-46
表 4.2-36	新竹站案例之號誌安全時距設定 5.....	4-47
表 4.2-37	新竹站案例之號誌安全時距設定 6.....	4-47
表 4.2-38	新竹站案例之號誌安全時距設定 7.....	4-48
表 4.2-39	新竹站案例之號誌安全時距設定 8.....	4-48
表 4.2-40	新竹站案例之號誌安全時距設定 9.....	4-49
表 4.2-41	不同運轉寬裕時間係數的新竹站容量表現.....	4-50
表 5.4-1	基隆站軌道布置改善後的進路設定.....	5-21
表 5.4-2	基隆站軌道布置改善後的行駛路徑設定.....	5-21
表 5.4-3	基隆站軌道布置改善後的號誌安全時距設定.....	5-21
表 6.1-1	場站容量分析結果與臺鐵現行狀況比對表.....	6-1

第一章 緒論

1.1 計畫緣起

鐵道運輸系統建設所需投入之經費資源相當龐大，無論在規劃、設計及營運階段，皆須掌握其供需能量，才能有效配置有限的資源，以提供符合預期水準的運能。近年來，國內各界對於城際鐵道（尤其臺鐵系統）改善之議題，在交通平權、地區發展、經濟效益以及永續營運可行性等方面皆有充分討論，但對鐵道容量影響之探討卻相對缺乏。當鐵道系統運轉條件或是外在需求改變時，需進行鐵道容量分析，以確認運能是否會受到衝擊，進而導致無法提供與目前相同水準的運輸服務，因此應儘速就鐵道容量分析課題進行相關研究，以掌握鐵道系統之容量。

本所自民國 92 年起，持續進行一系列鐵道容量分析相關研究，迄今已針對國內傳統暨區域鐵道系統（臺鐵系統）、都會捷運系統及輕軌運輸系統發展分析方法，並編訂「臺灣鐵道容量手冊」及開發分析軟體供各界應用。

然而，目前傳統暨區域鐵道系統的容量分析模式僅考慮一般車站，尚未包含編組站及末端站，主要原因是列車於末端站及編組站的運行情況，比在一般車站中複雜許多。在一般車站中，列車無論是否要停靠載客，皆為抵達車站後繼續往下一站運行，情況相當單純；但在末端站中，由於是鐵道系統的起迄點，列車抵達車站後即終止營運，必須進行整備後再折返開始下一趟車次；而在編組站中，列車運行除了有一般車站的情況，也有像在末端站始發和終點的情形。

與一般車站相比，編組站和末端站在鐵道系統中的數量雖不多，卻扮演著重要的角色，其運能和效率直接關係到整個鐵道系統的運行，若其容量規劃不足，可能會導致列車運行延誤、車廂擁擠、乘車體驗不佳等問題。有鑑於此，本所今年將鐵道容量系列研究的重心放在編組站和末端站上，發展相關容量分析模式，並探討影響容量的因素。

1.2 全程計畫概要

「城際鐵道容量分析暨應用研究」為兩年期之研究計畫，全程計畫概要圖如圖 1.2-1，第 1 年度的研究重點在於辦理城際鐵道編組站與末端站之容量模式構建，第 2 年度的研究重點則是容量軟體功能擴充與案例實作。本年度之研究為「城際鐵道容量分析暨應用研究(1/2)－編組站及末端站之容量模式構建」，亦即此計畫的第一年度（民國 112 年）。

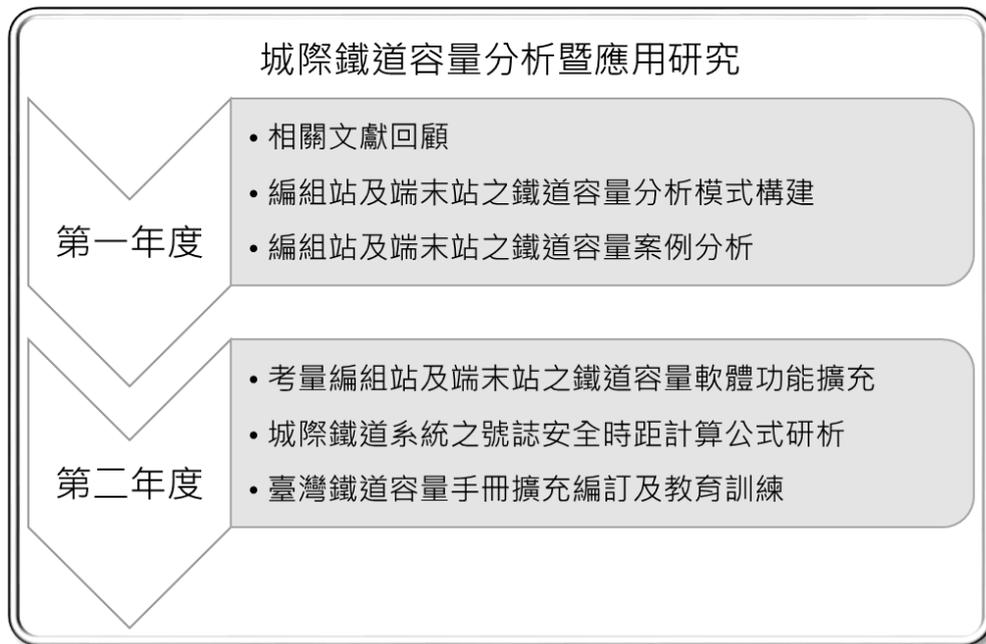


圖 1.2-1 全程計畫概要示意圖

1.3 研究範圍

一個完整的鐵道運輸過程，是從旅客或貨物的旅次起點開始，利用聯外運輸系統到達車站進入鐵道運輸系統中，之後經過車站站房至月臺層等候列車，待列車到站後方能上車或裝貨。接著，旅客或貨物搭乘列車透過軌道行車系統抵達目的車站，在旅客下車或貨物卸貨至月臺後，經過車站離開鐵道運輸系統，最後利用聯外運輸系統接駁抵達旅次終點，完成整個運輸過程。

在上述的過程中，不論是聯外運輸系統，乃至於鐵道運輸系統內的車站配置、旅客及貨物動線的規劃、電扶梯或樓梯的大小、月臺的面積、軌道行車系統，包括路線條件、交通條件及控制條件等，皆會影響到整個鐵道運輸的運送能力。但本計畫所言之鐵道容量分析著重在軌道

行車系統的部分，主要是討論以列車為客體單位的容量分析，通常不直接考慮聯外運輸系統、站房、月臺的影響。因此，本計畫的「鐵道容量」研究範圍界定在「軌道行車系統」的部分，如圖 1.3-1 所示，也就是探討「軌道行車設備的最大輸送能力」，而非整個鐵道運輸系統的容量。同時，對於本年度所探討之編組站及末端站容量（統稱為場站容量），則界定在正線提供客運服務的部分，而不包含安全側線、檢修線、拖上線、編組線等側線。

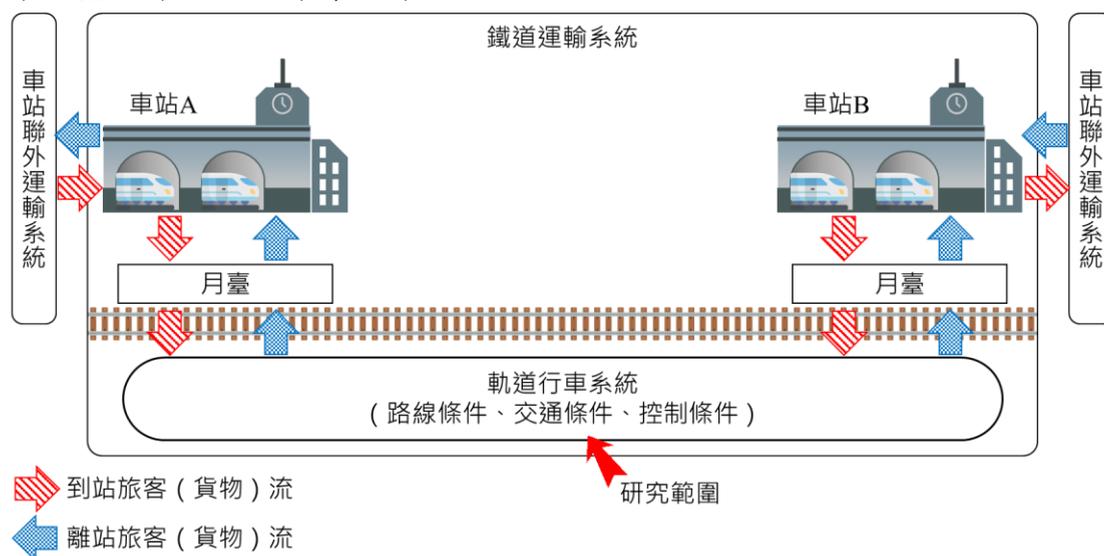


圖 1.3-1 鐵道容量研究範圍

1.4 研究對象

本計畫的研究對象為城際鐵道，係指服務範圍以連接各大都市為主的鐵路系統，提供快速直達車及通勤列車的運輸服務，其特性為擁有專用的路權，採用鋼輪鋼軌運轉，部分車站內有副正線，在營運時有多種列車的停站型態，且會發生錯會車之行為。

國內的城際鐵路有臺灣鐵路系統（以下簡稱臺鐵）與台灣高速鐵路系統（以下簡稱台灣高鐵），分別介紹如下：

1. 臺鐵

臺鐵是目前國內唯一的傳統暨區域鐵路系統，也是臺灣最早的鐵道運輸系統，自清朝興建迄今已逾百年，經過不斷的擴建，於民國 80 年完成環島路網，全路網共可分為三大系統：西部幹線系統、東部幹線系統以及支線系統，沿線分別設有 7 個機務段、4 個檢車段

及3座機廠，以執行臺鐵各型車輛之各級檢查、保養與維修以及車輛清洗等作業。根據臺鐵官網^[18]的統計資料，民國110年之總營業路線里程全長約1,065公里，其中複線長達742.1公里，占全線69.7%；而單線長達322.9公里，占全線30.3%，共設有241座車站，每日平均開行1,097次列車。

2. 台灣高鐵

台灣高鐵為目前國內唯一的高速鐵路系統，亦是臺灣鐵路運輸工業指標，自民國96年起陸續通車，目前營運路線全長350公里，共12個服務車站，全線縱貫臺灣西部路廊，營運速度最高300公里/小時，旅客往返臺北及高雄最快只需95分鐘，大幅縮短南北交通時間，形成一日生活圈，現為西部長途運輸重要交通工具之一。此外，目前沿線設有3個車輛基地及1個總機廠，前者負責日常檢修、車輛停駐及整備工作，後者則負責定期與重大檢修工作。根據台灣高鐵官網^[1]公布之營運資訊資料，111年列車準點率為99.47%，每日平均開行148次列車。

1.5 研究目標

有鑑於目前國內缺乏對編組站及末端站之容量的掌握，本計畫之目的在發展相關分析方法，以擴展過去鐵道容量分析模式之適用廣度，完備國內鐵道容量分析之技術，並做為本所進行後續相關研究之理論基礎。同時，讓鐵道規劃單位及營運機構能客觀評估編組站及末端站之容量，做為研擬或推動城際鐵道建設計畫之決策參考。

1.6 工作項目與內容

本計畫共有2個年期，各年期的工作項目包括：

1. 第1年期工作項目（民國112年）

計畫名稱：城際鐵道容量分析暨應用研究(1/2)－編組站及末端站之容量模式構建

(1) 文獻回顧

- ① 蒐集回顧國內外編組站及末端站容量分析相關研究文獻。

- ② 了解城際鐵道之編組站及末端站在容量計算上所需考慮的路線條件、交通條件控制條件，並與臺鐵、捷運及輕軌比較，以發展更泛用之容量分析方法。
- (2) 依據國內外城際鐵道容量相關文獻資料，研提城際鐵道容量精進研究之方向及議題，並邀相關機關（單位）及學者專家進行研商，俾做為後續研究計畫推動之參考。
- (3) 研析構建可分析編組站及末端站新功能之「傳統暨區域鐵路系統容量分析模式」。
- ① 有鑑於本所已開發之臺鐵系統「傳統暨區域鐵路系統容量分析軟體」，係植基於臺鐵三時相固定區間閉塞號誌系統所構建之路線容量分析模式，僅能分析不含編組站及末端站之單一路段及連續路段之路線容量，為利探討其對容量的影響，須將編組站及末端站納入模式，構建具備可分析編組站或末端站之容量模式，以完備擴充既有「傳統暨區域鐵路系統容量分析模式」之分析功能。
- ② 有鑑於列車運轉之容量分析若涉及編組站及末端站，需考慮列車於編組站及末端站的折返行為以及相關影響容量之因素，分析編組站及末端站在不同路線條件（例如：站場股道及橫渡線之配置型式及位置）、交通條件（例如：列車性能及車種組成）及控制條件（例如：號誌系統）之供給容量，並釐清各條件因素對容量之影響程度，俾利構建更完整之鐵道容量分析模式。
- ③ 為利具備新功能之「傳統暨區域鐵路系統容量分析模式」能更擴充其泛用性，進階分析各種城際鐵道系統容量，需預為研析編組站、末端站及一般路線中之車站軌道配置與軌道運用路徑對城際鐵道系統容量之影響相關議題，以利後續處理「號誌安全時距」問題。
- (4) 案例分析
- ① 針對臺鐵系統列車於編組站及末端站之運轉規劃，至少選取 1 處編組站及 1 處末端站做為案例分析之對象，分析其現況路線容量，並探討考慮編組站及末端站時對於整體路線之容量影響。
- ② 分析編組站及末端站在不同路線條件（例如：站場股道配

置)、交通條件(例如:列車性能及車種組成)及控制條件(例如:號誌系統)之供給容量,並釐清各條件因素對容量之影響程度。

(5) 其他工作項目

- ① 邀集相關領域專家學者、軌道規劃機關及軌道營運機構等單位,辦理2次專家學者座談會,探討實務上對於鐵道容量分析之經驗與需求,會議紀錄詳如附錄二。
- ② 辦理2次鐵道容量手冊(傳統暨區域鐵路篇)之教育訓練,期透過系統性之人員訓練,培養鐵道容量分析及應用之專業技術,辦理情形詳如附錄五。
- ③ 為提升本所及鐵道局業務同仁之鐵道容量分析及檢核技術,以案例分析方式,引導本所及鐵道局業務同仁,檢視相關城際鐵道改善計畫可行性研究或綜合規劃報告所提路線容量分析成果之合理性及研提改善建議。
- ④ 完成「城際鐵路場站容量評估模式」論文並於112年12月7日於中華民國運輸學會「2023年年會暨學術論文國際研討會」發表。
- ⑤ 針對計畫重要成果,製作可供展示之海報電子檔如附錄六。

2. 第2年期工作項目(民國113年)

計畫名稱:城際鐵道容量分析暨應用研究(2/2)—編組站及末端站之容量軟體擴充暨案例實作

- (1) 擴充開發考量編組站及末端站之傳統暨區域鐵路系統容量分析軟體
 - ① 以本研究所建構的末端站及編組站容量分析模式為演算核心,於本所「傳統暨區域鐵路系統容量分析軟體」中擴充開發相對應之分析功能,以降低模式使用門檻並提升分析效率。
 - ② 建構完成可分析編組站、末端站及既有各項路線條件、交通條件及控制條件之傳統暨區域鐵路系統容量分析軟體。
- (2) 研析發展城際鐵道系統之號誌安全時距計算公式
 - ① 為利本所後續鐵道容量研究之推動,並提升城際鐵道系統

容量分析模式之泛用性，延續前期車站軌道配置與軌道運用路徑對城際鐵道系統容量之影響研析成果，進階分析號誌安全時距關鍵因素資料。

- ② 蒐集號誌系統升級相關之閉塞區間、號誌相位，及號誌安全時距相關之最小列車安全間隔等相關關鍵因素資料，研析完成號誌安全時距計算公式之建置。
- (3) 配合本所及交通部或部屬機關（構）需求，辦理鐵道容量手冊（傳統暨區域鐵路篇）之教育訓練，內容至少包含可分析編組站及末端站之整體路線容量新功能「傳統暨區域鐵路系統容量分析軟體」操作演練與案例分析，期透過系統性之人員訓練，培養鐵道容量分析及應用之專業技術（原則上為 2 次，每次為期 1 天）。
- (4) 彙整前述各項研究成果，包括：(a)編組站及末端站在容量計算上所需考慮的路線條件、交通條件及控制條件；(b)考量編組站及末端站之城際鐵道容量分析影響及案例分析成果等內容，擴充編訂「臺灣鐵道容量手冊」。
- (5) 辦理 1 次成果發表會。
- (6) 配合本所及交通部或部屬機關（構）需求，為提升本所及鐵道局業務同仁之鐵道容量分析及檢核技術，以案例分析方式，於教育訓練中引導本所及鐵道局業務同仁，檢視相關城際鐵道改善計畫可行性研究或綜合規劃報告所提路線容量分析成果之合理性及研提改善建議，以 2 案為原則。
- (7) 針對計畫重要成果，製作可供展示之海報電子檔。
- (8) 將本期研究/計畫成果投稿運輸計劃季刊或國內外期刊、學術研討會至少 1 篇。
- (9) 配合本所召開相關工作會議、研商會議、專家學者座談會，協助準備會議資料、製作會議簡報及紀錄等相關事宜。
- (10) 綜整摘要說明 112-113 各年度階段性成果。

1.7 執行流程

依據本計畫的主要工作項目，研究流程規劃如圖 1.7-1 所示，首先將蒐集文獻進行回顧，探討影響場站容量的因素，接著建構場站容量分析

模式，並蒐集相關參數資料進行案例分析，最後提出結論與建議。



圖 1.7-1 研究流程圖

第二章 重要文獻回顧

本章首先介紹本所鐵道容量研究現況，接著針對過去容量研究所欠缺的編組站與末端站容量分析課題，回顧相關文獻。

2.1 本所鐵道容量研究現況

因應國內鐵道系統建設規劃與發展之需求，本所自民國 92 年起，開始一系列鐵道容量分析相關研究，如圖 2.1-1 所示，針對傳統暨區域鐵路、都會捷運系統與輕軌運輸系統，皆發展了相對應的鐵道容量分析模式與軟體工具，並出版鐵道容量手冊^[2]，讓各界得以掌握鐵道系統的供需能量以及服務水準。

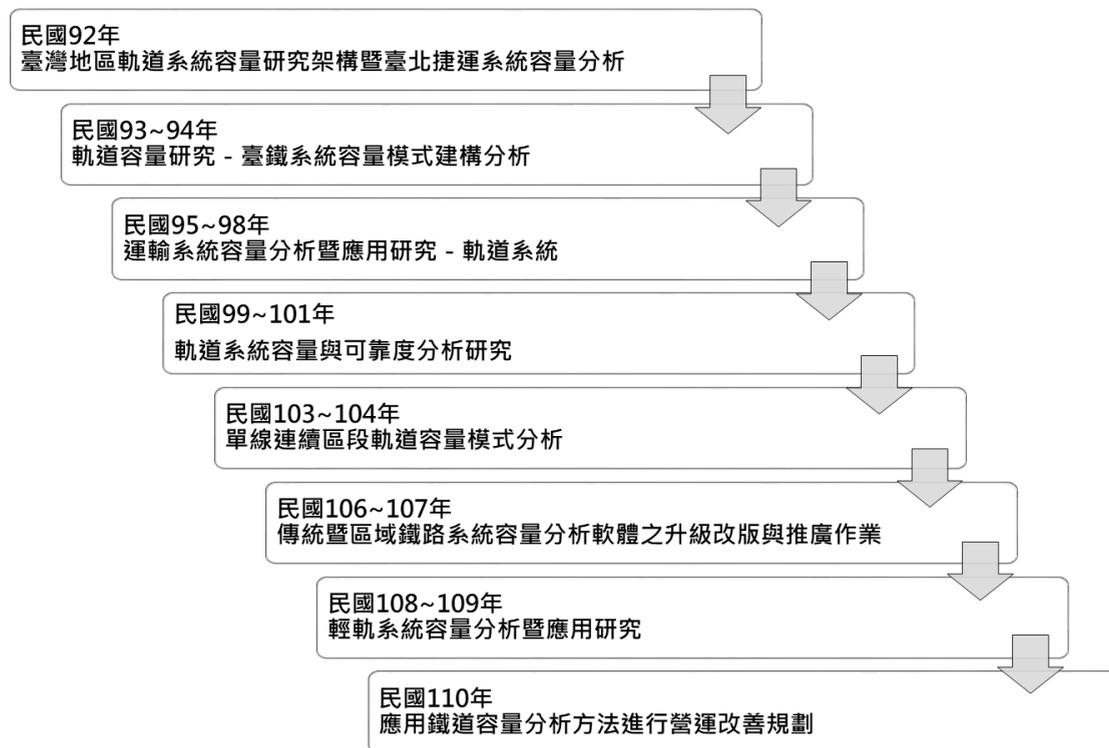


圖 2.1-1 本所歷年鐵道容量系列研究

其中與傳統暨區域鐵路系統相關的研究計畫包含：

1. 臺灣地區軌道系統容量研究架構暨臺北捷運系統容量分析^[16]

此計畫為先期研究，目的在於全盤檢視國內既有與即將引進的軌

道運輸系統之營運現況與系統特性，透過整理與回顧國內外軌道容量分析文獻，以及檢討與比較世界各國軌道容量分析模式和架構，藉以釐清軌道容量分析的基本概念，建立了泛用架構，並擬定鐵道容量手冊的編定原則與內容架構，同時建議未來容量研究的方向與時程規劃，進而展開後續一系列的軌道容量研究。

2. 軌道容量研究－臺鐵系統容量模式之建構分析^[6, 7]

此兩年期計畫以臺鐵系統為對象，第一年根據臺鐵號誌系統的運作邏輯，考量列車性能、車站股道配置、號誌機位置、寬裕時間等多項影響因素，建構了號誌安全時距計算公式，進而發展了以列車為客體單位的容量分析模式。而第二年則是繼續發展以旅客為客體單位的容量分析模式，此時傳統暨區域鐵路系統軌道容量模式已有完整之架構，係後續研究的重要基礎。

3. 運輸系統容量分析暨應用研究－軌道系統^[12, 13, 14, 15]

此系列研究的對象包含傳統區域鐵路系統與都會捷運系統，在傳統區域鐵路系統方面，係根據前期所建構的模式，開發了具圖形化操作界面的「傳統暨區域鐵路系統軌道容量分析軟體」，同時以臺鐵捷運化相關建設計畫為例，進行路線容量的實例演算分析，並辦理了多場教育訓練，藉以蒐集使用者的經驗與建議，對軟體進行了回饋修正。另外也探討了軌道容量與服務品質之間的關係，透過問卷調查了解目前臺鐵旅客可接受的服務水準下限，最後彙整過去研究成果，編訂了軌道容量手冊「基礎篇」與「城際鐵路系統－第一型模式」（後續編訂工作將此篇更名為傳統暨區域鐵路篇）等兩篇的內容。最後蒐集了臺鐵列車實際運行資料進行可靠度分析，分別發展可靠度迴歸模式和可靠度模擬模式，並於容量分析軟體中開發相關分析功能。而在都會捷運系統方面，考量其中間站、折返站和銜接點等不同空間參考點，完成都會捷運系統容量分析模式的建構和軟體的開發，亦編訂了軌道容量手冊「都會軌道系統篇」，最後辦理整個系列計畫的成果發表與教育訓練，為全程計畫達成驗收與宣導之效果。

4. 軌道系統容量與可靠度分析研究^[3, 4, 5]

此計畫首先分析臺鐵列車延滯情況，以瞭解其延滯時空分布情形

與延滯原因風險，並提出可靠度改善建議。而有鑑於過去發展的容量模式僅能分析單一區段，為了更符合列車實際運轉情況，並進一步考慮列車之間的干擾以及追越行為，建構連續區段軌道容量分析模式與列車服務可靠度分析模式，能在班表尚未確定的前提下，評估其路線容量以及列車平均延滯時間，並從案例分析中發現，瓶頸區間的位置對列車到達各站的可靠度有明顯的影響。最後，為了推廣研究成果並提升容量與可靠度分析的效率，亦於「傳統暨區域鐵路系統軌道容量分析軟體」開發了複線連續路段軌道容量分析與可靠度分析功能，並辦理教育訓練與出版「2013年臺灣鐵道容量手冊」。

5. 單線連續區段軌道容量模式分析^[8,9]

此計畫以離散事件模擬方法為基礎，導入軌道預約機制來避免列車運轉死結的發生，考量多車種交通組成、列車追越交會行為、車站軌道配置、號誌安全時距等多項因素，建構了單線連續區段軌道容量分析模式，並於「傳統暨區域鐵路系統軌道容量分析軟體」中開發相關分析功能，同時新增「自訂號誌安全時距」的功能，使該軟體能更廣泛適用於各種分析情境，最後，透過數個案例展示軟體的實用性，其結果亦可供規劃單位參考。

6. 傳統暨區域鐵路系統容量分析軟體之升級與推廣作業^[10,11]

此計畫強化了新版「傳統暨區域鐵路系統容量分析軟體」的分析功能，包含整合了單一區段與連續區段的各項分析功能，與蒐集了臺鐵環島路網資料建置參數資料檔，並開發了專案精靈協助使用者快速建立專案。此外，透過建立容量推廣網站與辦理教育訓練來達到推廣容量研究成果的目的，最後擴充編訂「2019年臺灣鐵道容量手冊」。

7. 應用鐵道容量分析方法進行營運改善規劃^[17]

此計畫以臺鐵為研究對象，將鐵道容量分析方法應用於實際鐵道建設及營運規劃之容量評估與改善方案研提，以強化國內鐵道容量分析技術的實務應用。透過臺鐵之「七堵—樹林」、「鶯歌—埔心」、「民雄—中洲」、「花蓮—臺東」等路段及大肚溪南號誌站等5個案例分析，本計畫發現在複線運轉區間中若連續設有一座以上之無待避功能車站，則會成為容量瓶頸所在，同時，也評估減少列車速差、調

整交通組成、提升系統可靠度、增設待避線，以及升級號誌系統等措施對容量改善的效果。此外，對於有複雜路徑交會的車站，若能以立體交叉來減少平面交叉，將可有效改善路線容量。

過去本所針對傳統暨區域鐵路系統所發展的鐵道容量分析模式，係以路線區段（區間）為基本分析單元，如圖 2.1-2 所示，同時考慮一站間股道與兩側車站配線的影響，而連續區段鐵道容量分析模式係以同樣原則擴充其分析範圍，如圖 2.1-3 所示。雖然考慮了車站內軌道與月臺布置方式，但當時僅對較常見的四種車站類型來建構模式，如圖 2.1-4 所示，對於站內軌道配置較複雜的編組站以及末端站等鐵路場站容量方面的分析仍有精進空間。

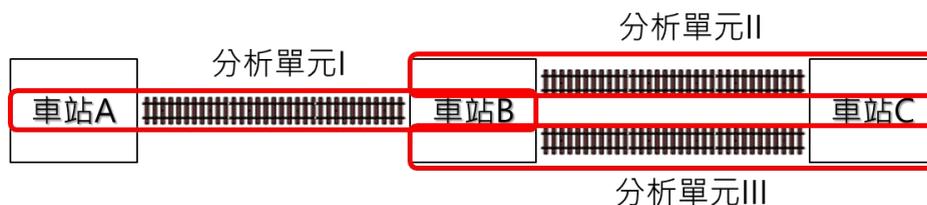


圖 2.1-2 單一區段鐵道容量分析模式之基本分析單元

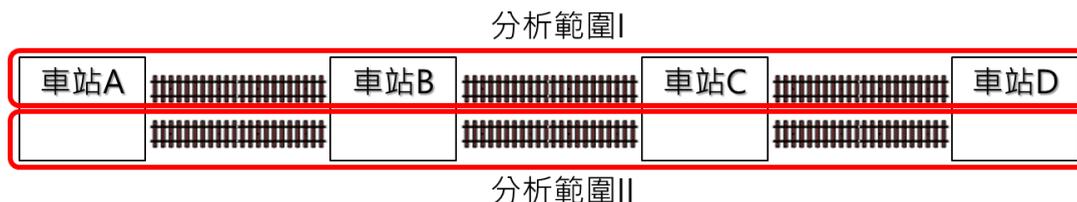


圖 2.1-3 連續區段鐵道容量分析模式之分析範圍

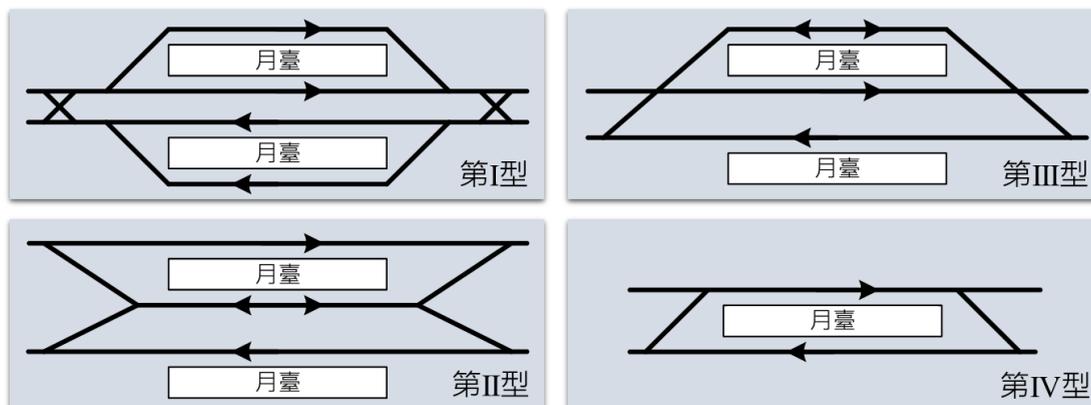


圖 2.1-4 傳統暨區域鐵路鐵道容量分析模式考慮之車站類型

2.2 場站容量分析相關文獻

本計畫的工作重點在於建構城際鐵道編組站與末端站之場站容量模式，故本節回顧國內外相關文獻，並從評估指標、影響因素與分析方法等三方面整理說明之。

2.2.1 評估場站運輸能力之指標

評估鐵道系統運輸能力的指標主要有 3 種^[34]，以下分別說明之。

1. 容量

容量是經常被用來評估運輸能力的指標，並具有一定的代表性^[2, 36, 37]，在鐵道容量研究中被廣泛使用^[19, 20, 29, 32]，本所鐵道容量系列研究亦採用此指標，其定義為：「在某一特定的運轉條件之下，單位時間內通過路線上某一點的最大客體數」^[2]，由此定義可知：運轉條件、時間單位、空間參考點，以及客體單位為定義容量的 4 個基本要素，不同的組合會產生不同類型的容量，因此場站容量可視為在單位時間內，通過某一場站的最大客體數。若時間及客體單位分別為小時及列車，則場站容量為每小時通過某一場站的最大列車數。

2. 利用率

透過計算鐵道設施被列車占用的狀況，可用來評估路線、車站或軌道的利用率，進而掌握系統運能的供給狀況，判斷是否已經飽和或者找出容量瓶頸。文獻中大致使用兩種方法來求得利用率，一種是在指定時間範圍內，計算鐵道設施被占用的總時間，將兩者相除得到利用率^[24, 31]；另一種則是採用類似 CUI 或 UIC Code 406 的壓縮班表法，將壓縮後班表的總時間與原先班表的總時間相比，進而獲得的利用率^[23, 30]。儘管許多研究採用此指標評估鐵道系統運輸能力，但相對於容量可以直接反映出運能，利用率只能算是個間接指標^[36]。

3. 服務水準

服務水準 (Level of Service, LOS) 係用來衡量鐵道運輸系統的服務品質，將旅客觀點中容易被量測且能適度反映旅客感受的因子，做適當的量化後得到的指標^[2]，其中與鐵道系統運輸能力有關的主要有

列車服務頻率、可靠度和乘載率等，因此有些文獻透過這些服務水準指標來探討鐵道系統的運能^[26]或是運能改善效益^[38]，和利用率的主要差異在於服務水準能更貼近旅客實際感受，但在衡量鐵道系統運能上，與利用率一樣仍屬於間接指標^[36]，且服務水準會受到營運單位開行列車班次數的影響，即使行車系統的軌道容量充裕，但營運班次數較少時，旅客也會感覺服務水準不高，無法直接反映出運能。

2.2.2 影響場站容量之因素

綜觀國內外相關研究，對於場站容量的影響因素包含軌道與月臺布置方式、進路、號誌安全時距、交通組成，以及停站或整備清車時間等，本節將逐項進行說明。

1. 軌道與月臺布置方式

影響場站容量最顯而易見的因素就是軌道與月臺布置方式，當車站內有多條軌道時，若有先行列車已經占用某一軌道，續行列車進站時可以切換至其他軌道，比較不會受到先行列車的影響，因此容量會較高；若車站內的軌道與站間的軌道數量相同時，一旦有先行列車占用軌道，續行列車就必須等先行列車離開後才能進站，對容量影響甚鉅。

軌道與月臺布置的方式繁多，如圖 2.2-1 為傳統鐵路系統典型的軌道布置方式，其中主正線提供列車停車或通過使用，而副正線則供列車停車及待避用。而圖 2.2-2 雖同為車站內有四條股道，但變成兩座岸壁式月臺，此時主正線僅能提供列車通過使用，此配置常見於台灣高鐵。

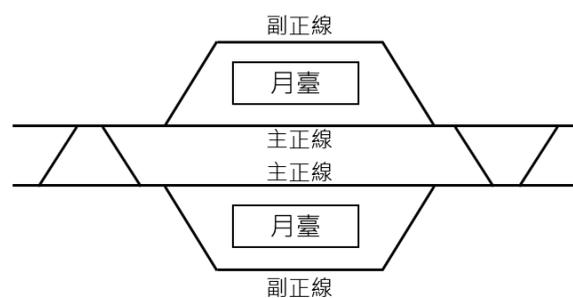


圖 2.2-1 兩島式月臺四股道車站軌道布置

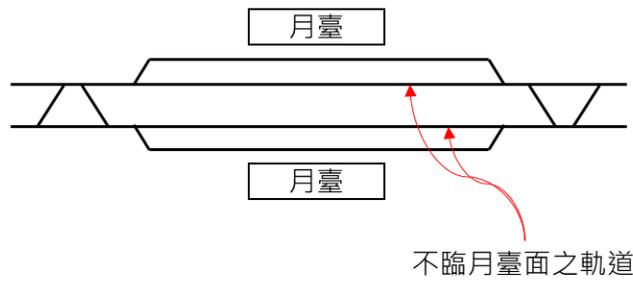


圖 2.2-2 兩岸壁式月臺四股道車站軌道布置

而編組站具有列車停放、整備等功能，因此配置軌道數量較多。臺鐵的編組站通常鄰近機務段，例如彰化站與彰化機務段，其軌道配置相當複雜，如圖 2.2-3 所示。至於末端站位於路線之盡頭，有時會採用末端式月臺的配置，如臺鐵基隆站（如圖 2.2-4），此外由於列車折返整備需花費較多時間，站內也會配置多條軌道，如高鐵南港站（如圖 2.2-5）。

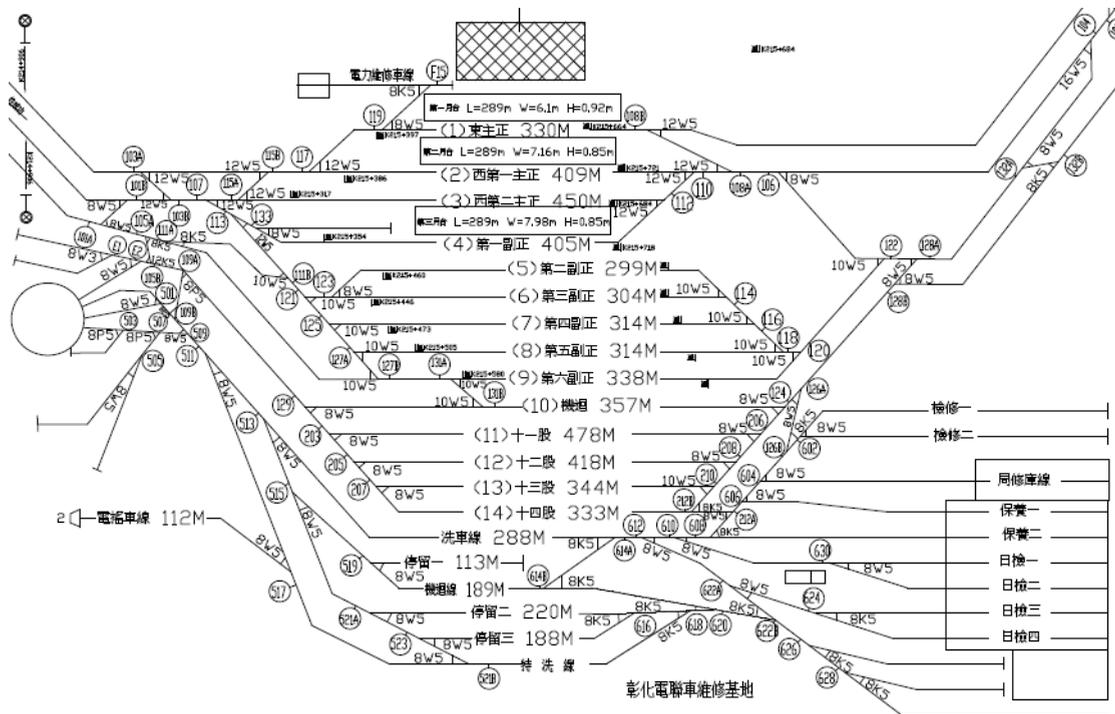


圖 2.2-3 臺鐵彰化站與彰化機務段軌道配置示意圖

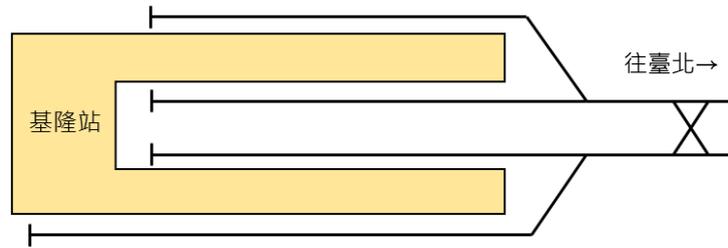


圖 2.2-4 臺鐵基隆站軌道配置示意圖

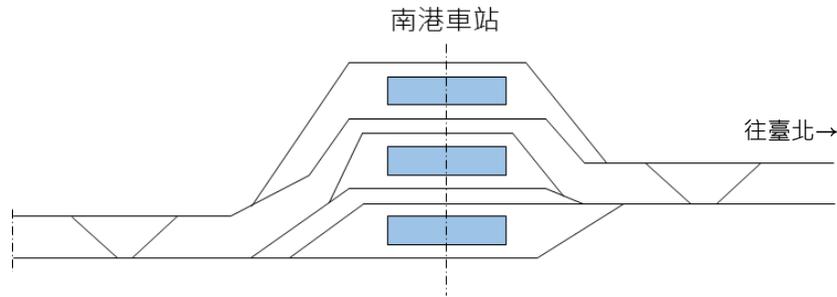
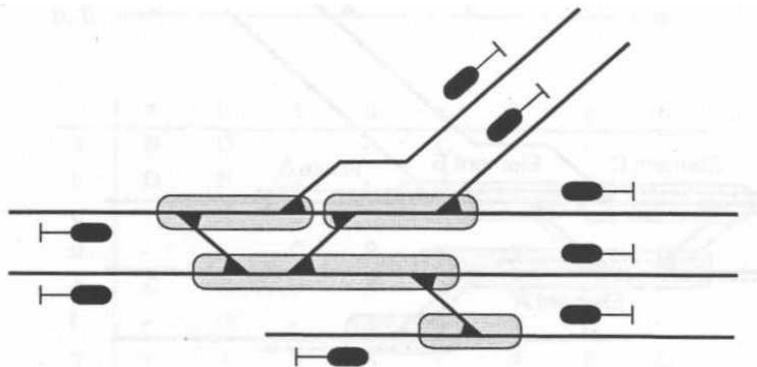


圖 2.2-5 台灣高鐵南港站軌道配置示意圖

實務上，由於外在因素（例如用地限制）的影響，軌道與月臺布置的方式複雜且多變，尤其在列車進出場站的位置，布設了相當數量之號誌與轉轍器並形成一個聯鎖區（Interlocking Area），聯鎖區的配置通常必須先分割成許多細小的元件（Element），每一個元件必須為單一的通道（Single Channel），表示當有一列車經過該通道時，所有其他必須經過該通道的進路都必須被封鎖，如圖 2.2-6 所示。因此到場站容量相關的研究中^[20, 21, 27, 31]，並非將軌道與月臺布置因素直接納入分析模式中，而是考量列車進出場站時的進路，根據進路之間的關聯來探討容量，詳見後小節說明。



資料來源：[33]

圖 2.2-6 將聯鎖區域切分為元件

2. 進路

進路是指列車進入或離開聯鎖區域時所運行的一系列軌道所構成的路徑，即便是相同的軌道與月臺布置方式，也可能有不同的進路設定方式。以一島式一岸壁式月臺三股道之車站為例，典型的軌道運用方式是上下行列車共用副正線，如圖 2.2-7 所示；但在相同的軌道布置下，軌道運用方式也可以是讓下行列車專用副正線，如圖 2.2-8 所示。

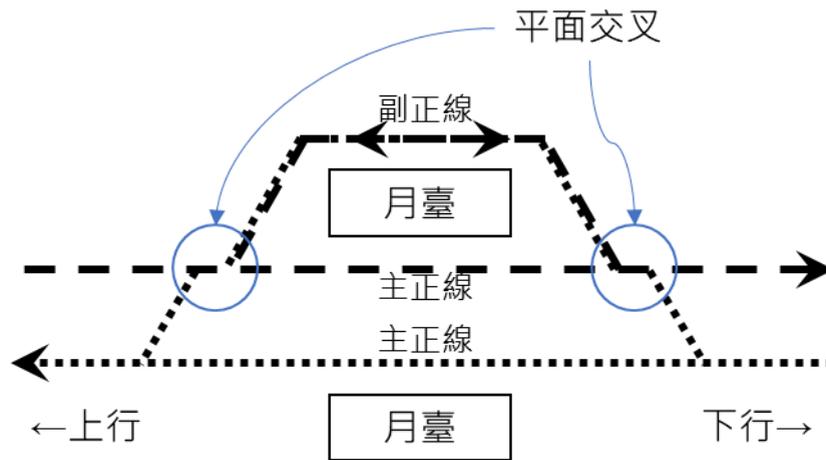


圖 2.2-7 副正線供雙向列車共用

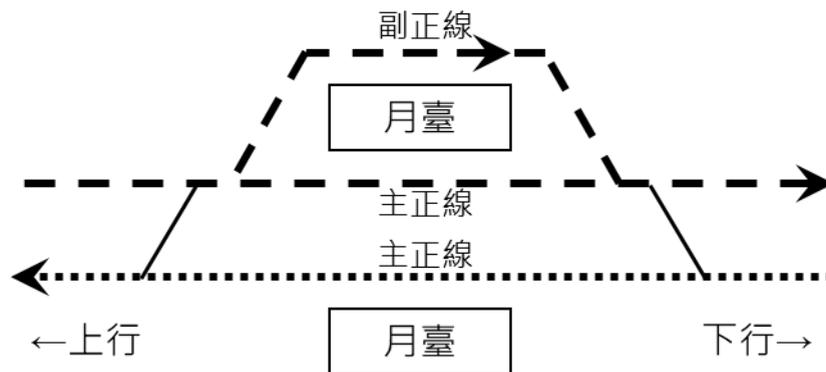
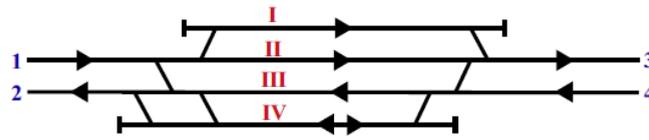


圖 2.2-8 副正線專供下行列車專用

不同的進路設定方式對場站容量有很大的影響，例如圖 2.2-7 雖然雙向列車都有兩股道可使用，但當上行列車使用副正線進出車站時，會與下行列車產生平面交叉，導致容量下降；而圖 2.2-8 中，列車運行不會有平面交叉，但上行方向只剩一軌道，使得上下行容量有所差異。

過去研究在探討場站容量時，會根據列車於場站內運行的進路，將其之間的關係建立成矩陣表^[31, 33]，如圖 2.2-9 之範例所示。



	1-I	1-II	1-IV	4-III	4-IV	III-2	IV-2	I-3	II-3	IV-3
1-I	a	s	s	.	.	.	.	d	.	.
1-II	s	a	s	.	.	.	.	.	d	.
1-IV	s	s	a	.	u	x	u	.	.	d
4-III	.	.	.	a	s	d	.	.	.	x
4-IV	.	.	u	s	a	.	d	.	.	u
III-2	.	.	x	d	.	a	z	.	.	.
IV-2	.	.	u	.	d	z	a	.	.	.
I-3	d	.	.	.	.	.	.	a	z	z
II-3	.	d	.	.	.	.	.	z	a	z
IV-3	.	.	d	x	u	.	.	z	z	a

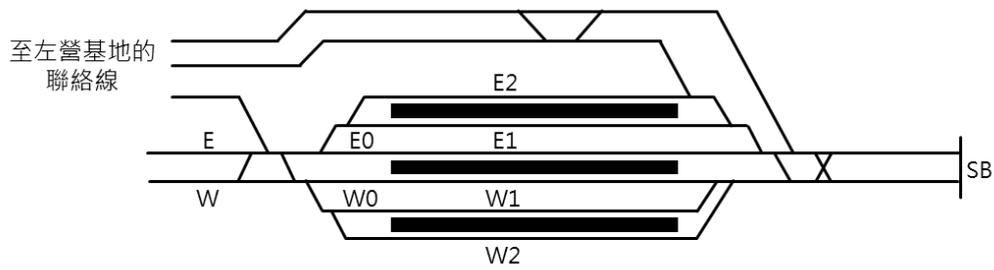
符號說明：「.」：兼容、「a」：自身相關、「x」：平面交叉、「z」：會合、「s」：分流、「d」：接續、「u」：對撞

資料來源：[31]

圖 2.2-9 進路關係矩陣表範例

圖 2.2-10 為台灣高鐵左營站的進路聯鎖，計有 6 條進站的進路和 6 條出站的進路，其中任意兩條進路彼此可能相互衝突，如匯流 (Converging)、分流 (Diverging)、交叉 (Crossing)，或是不衝突，如表 2.2-1 所示。取決於進路的方向，任意兩條匯流和分流進路之間的時間間隔必須保持最小到達或出發時隔，而交叉時隔通常高於到達和出發的時隔。圖 2.2-11 說明了衝突進路的範例，若通過路線 g 的出發列車後面接續通過路線 f 的到達列車，則進站列車的到站時間必須與出發列車相隔平面交叉的時隔。但是如果先行列車是進站列車，續行列車是出發列車，則兩車在左營站的時間間隔可能很短，很可能同時出發和到達。圖 2.2-12 是另一個沒有衝突的進路設定範例，其中一列出發列車的出發時間和另一列進站列車的到達時間是相互獨立的。

台灣高鐵在安排列車時刻表時，是最差的狀況，讓每一列進站、出發列車至少相隔平面交叉的時隔，實際上若列車的進路無衝突時，會有一些彈性來吸收列車的誤點。



進路	從	到	進路	從	到
a	E	E0	g	E0	W
b	E	E1	h	E1	W
c	E	E2	i	E2	W
d	E	W0	j	W0	W
e	E	W1	k	W1	W
f	E	W2	l	W2	W

圖 2.2-10 台灣高鐵左營站軌道配置

表 2.2-1 台灣高鐵左營站進路鎖定表

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
a	S	D	D	D	D	D	X	X	X	-	-	-
b	D	S	D	D	D	D	X	X	X	-	-	-
c	D	D	S	D	D	D	X	X	X	-	-	-
d	D	D	D	S	D	D	X	X	X	X	X	X
e	D	D	D	D	S	D	X	X	X	X	X	X
f	D	D	D	D	D	S	X	X	X	X	X	X
g	X	X	X	X	X	X	S	C	C	C	C	C
h	X	X	X	X	X	X	C	S	C	C	C	C
i	X	X	X	X	X	X	C	C	S	C	C	C
j	-	-	-	X	X	X	C	C	C	S	C	C
k	-	-	-	X	X	X	C	C	C	C	S	C
l	-	-	-	X	X	X	C	C	C	C	C	S

備註：「S」：自相關進路、「C」：匯流進路、「D」：分流進路、「X」：交叉進路

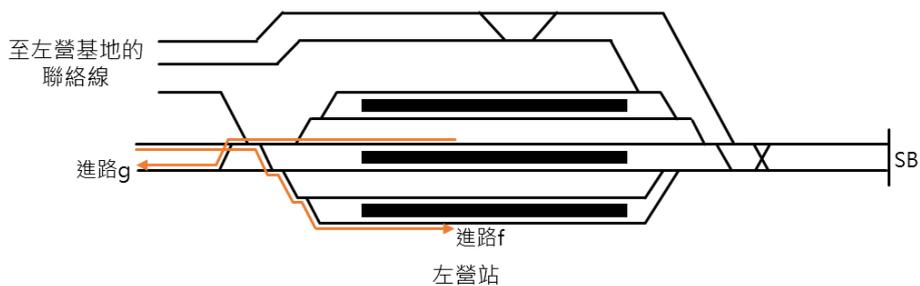


圖 2.2-11 高鐵左營站進路衝突範例

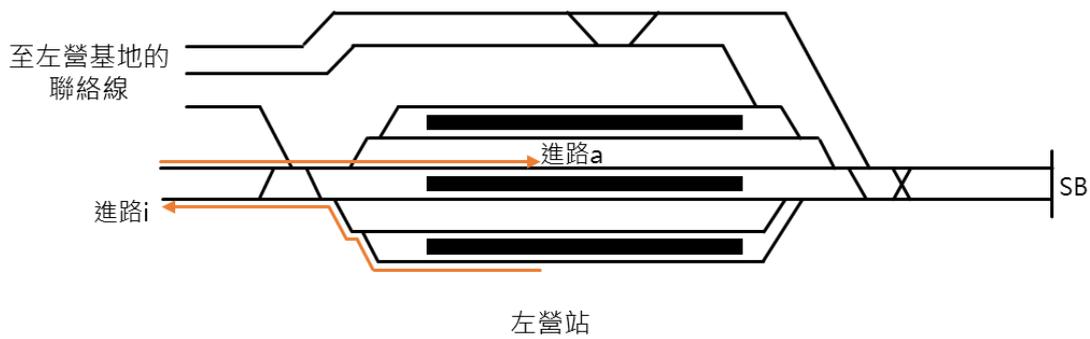


圖 2.2-12 高鐵左營站進路獨立範例

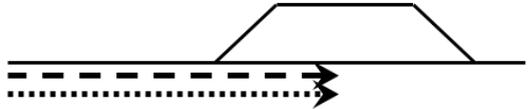
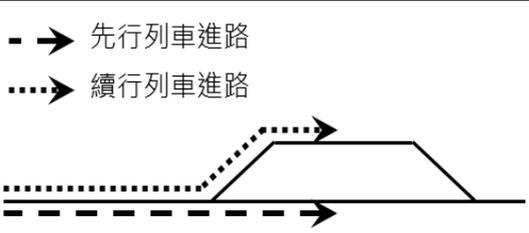
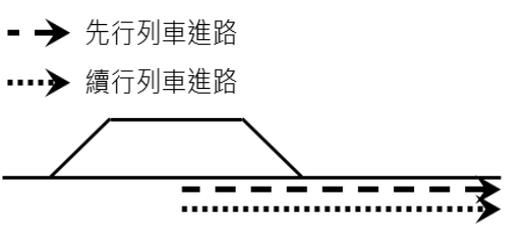
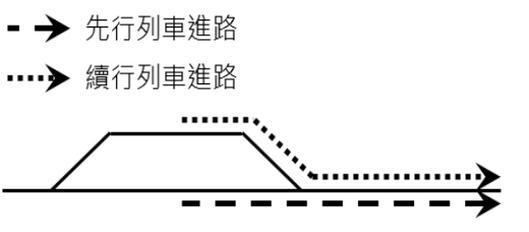
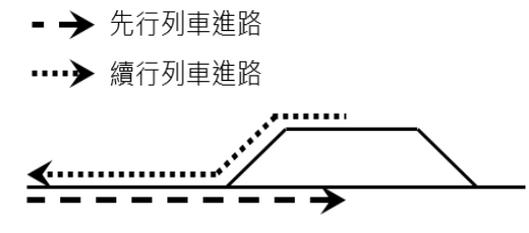
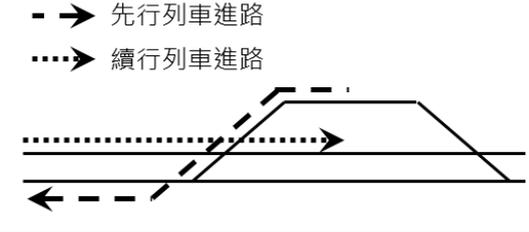
3. 號誌安全時距

當列車通過聯鎖區域時，若進路有衝突，則必須等候列車通過後解除進路再重新鎖定要行駛的進路，亦即任兩列車所使用的進路若有重疊（包括兩列車採用同一進路），則兩列車必須保持足夠的號誌安全時距。號誌安全時距是指受制於號誌系統的列車最小運轉時間間隔，主要是受到閉塞時間的影響^[33]，在計算上需考量路線條件、交通條件與控制條件等三類因素^[2]。

在本所鐵道容量手冊中，基於臺鐵三位式號誌的運作邏輯，考量以下因素推導了 6 種車站內號誌安全時距計算公式，其對應的進路示意圖整理如表 2.2-2。而後續朱泓宇^[19]以此為基礎，考量站間多軌的情況，擴充推導了從不同主線進出車站的號誌安全時距公式。

- (1) 路線條件：站間軌道數目與運轉方式、站內股道運用方式、進出車站之坡度與道岔位置。
- (2) 交通條件：列車長度、加減速性能、巡航速度、軀機反應時間、停站時間與交通組成。
- (3) 控制條件：解除閉塞與清除號誌時間、司機員反應時間、解除鎖定進路暨號誌變換整體作業時間、注意號誌速限、號誌機位置與閉塞區間長度。

表 2.2-2 傳統暨區域鐵路容量模式之號誌安全時距種類

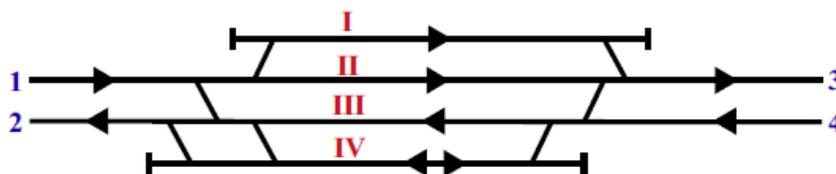
運轉方向	時距種類	停靠股道	進路示意圖
同向	進站	同一股道	- - - -> 先行列車進路> 續行列車進路 
		不同股道	- - - -> 先行列車進路> 續行列車進路 
	離站	同一股道	- - - -> 先行列車進路> 續行列車進路 
		不同股道	- - - -> 先行列車進路> 續行列車進路 
反向	交會	不同股道	- - - -> 先行列車進路> 續行列車進路 
	交叉	不同股道	- - - -> 先行列車進路> 續行列車進路 

號誌安全時距的計算相當繁瑣，其數量和場站內的進路數呈指數成長關係，再加上先、續行列車的車種不同，計算量相當可觀。過去對場站容量的探討，多將號誌安全時距做為模式的輸入參數，讓模式

能專注在分析列車進出場站的行為進而評估其運能，例如與圖 2.2-10 對應的號誌安全時距矩陣如表 2.2-3 所示。

表 2.2-3 號誌安全時距矩陣表範例

t_{ij} (min)	1 - I	1 - II	1 - IV	4 - III	4 - IV	III - 2	IV - 2	I - 3	II - 3	IV - 3
1 - I	3.70	1.95	1.37	0	0	0	0	0	0	0
1 - II	0.93	1.73	0.70	0	0	0	0	0	0	0
1 - IV	1.85	1.85	3.93	0	4.11	1.47	0	0	0	0
4 - III	0	0	0	1.45	0.64	0	0	0	0	0.64
4 - IV	0	0	3.60	1.54	3.34	0	0	0	0	0
III - 2	0	0	0.92	0.82	0	1.31	1.31	0	0	0
IV - 2	0	0	2.06	0	1.80	2.83	2.83	0	0	0
I - 3	2.64	0	0	0	0	0	0	3.07	3.07	3.07
II - 3	0	0.96	0	0	0	0	0	1.28	1.28	1.28
IV - 3	0	0	2.46	2.64	2.64	0	0	3.07	3.07	3.07



單位：分鐘

資料來源：[31]

4. 交通組成

交通組成 (Traffic Composition) 通常指不同編組列車的比例，例如臺鐵系統擁有各式機車及客、貨車，並編成各級旅客列車及貨物列車。此外，即便是相同編組的列車，不同停站方式的列車比例也是屬於交通組成因素，例如台灣高鐵僅有 700T 一種類型之電聯車，但停站方式有直達車、半直達車、跳蛙式、每站皆停等型態。

由於不同等級之列車的速度不一，停站方式也不同，對列車的安全運轉造成很大的干擾，因此會影響到鐵道容量。而對場站容量來說，交通組成還會進一步影響場站內每條進路的使用頻率，以圖 2.2-13 為例，主正線與副正線皆有月臺面供旅客上下車，故停站列車兩條股道皆能使用，但對於通過列車而言，為了維持其運行速度，通常行駛主正線，如圖 2.2-14 所示。因此若所有列車皆為停站列車，則此場站的主正線與副正線可交替使用；若所有列車皆為通過列車，則此場站等於只剩主正線有作用，可見交通組成是評估場站容量不可或缺的因素之一。



圖 2.2-13 停靠列車可使用主、副正線

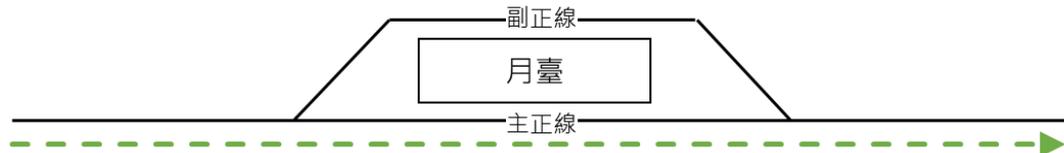
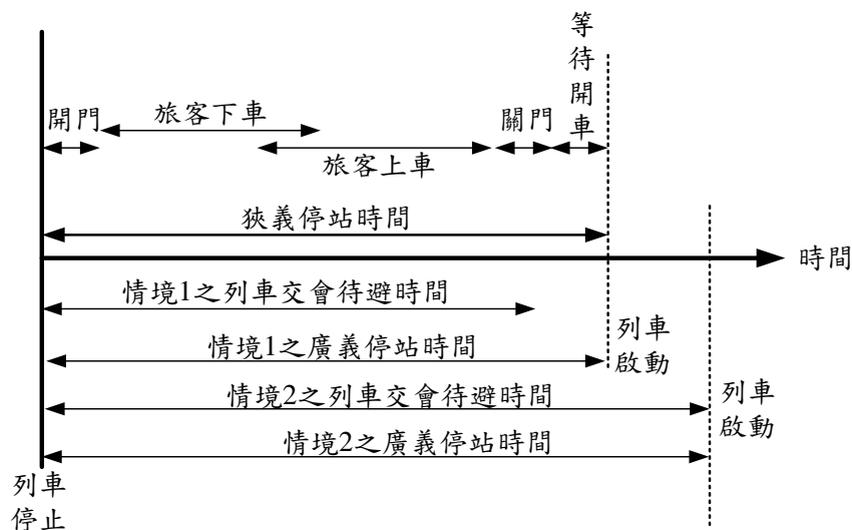


圖 2.2-14 通過列車僅使用主正線

5. 停站與折返整備時間

停站時間依涵義可區分為狹義和廣義兩種^[2]，狹義的停站時間是不考慮列車交會待避所額外增加的停站時間，亦可視為提供旅客上下車的時間，如圖 2.2-15 所示；而廣義的停站時間乃指列車進站停妥後至列車啟動離站所需的時間，視其交會待避狀況，所需時間可能小於或大於狹義停站時間，如圖 2.2-15 的情境 1 與情境 2，廣義的停站時間為狹義停站時間與交會待避時間取大者，故廣義的停站時間只會大於或等於狹義停站時間。



資料來源：[2]

圖 2.2-15 狹義與廣義停站時間示意圖

折返整備時間是當列車抵達營運終點站時，如果還有運轉計畫，則需進行折返整備作業以待後續勤務所需的時間，折返整備作業包括調頭、更換乘務人員、清潔、加油、加水等工作，因此停靠在場站中的時間較長。若列車抵達營運終點站沒有後續運轉計畫，通常只要進行清車後進入調車場或基地，此時所需的停靠時間則較短。

停站時間、折返整備時間和清車時間皆會影響場站容量，例如在圖 2.2-16 中，有一折返列車停靠在副正線，此時下行列車從原先有兩股道可使用，變成只剩下一股道，若折返整備時間越長，則此情況會持續越久，場站容量越低。而列車停站時間越長也會導致容量越低，特別是車站內軌道數與站間軌道數相同時，如圖 2.2-16 上行方向之情況，先行列車停站會阻礙續行列車進站，圖 2.2-17 為其對應之時空圖，當先行列車停站時間越長，則會增加運轉時隔。

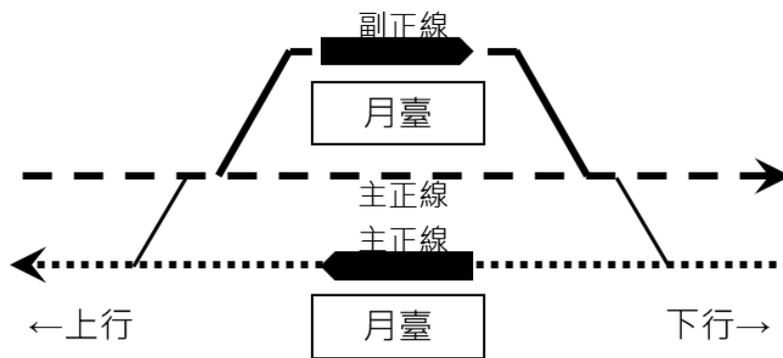


圖 2.2-16 折返列車於車站內停靠副正線

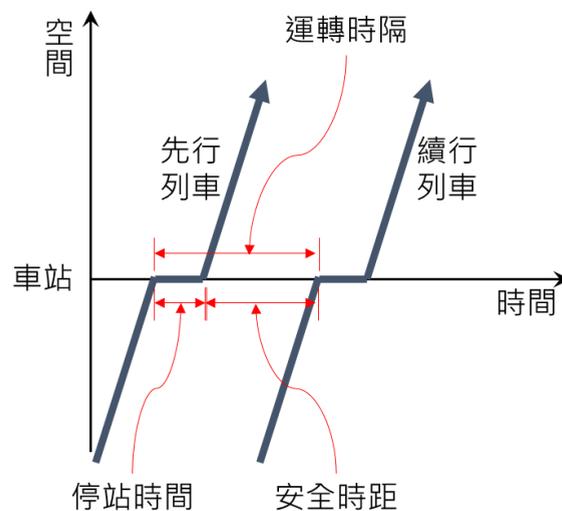


圖 2.2-17 停站時間對運轉時隔之影響

2.2.3 分析場站容量之方法

場站與一般正線最大的不同在於有很多的號誌與轉轍器的聯鎖，導致進路之間可能會發生衝突，故本節在探討場站容量之前，以下先回顧聯鎖區的容量分析方法。

1. 聯鎖區的容量分析方法

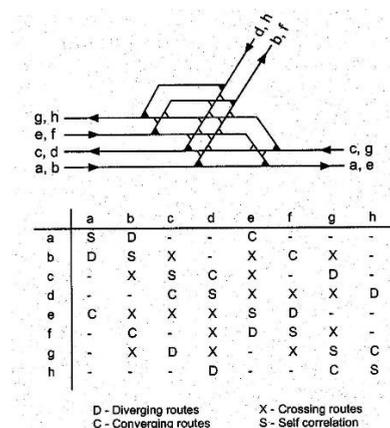
一般容量分析方法可分為解析模式和模擬模式兩大類，解析模式係建立一套數學公式，透過公式中的變數來反應相關因素對容量的影響；而模擬模式則根據明確定義的規則，模仿真實系統的運作特性。

(1) 解析模式

利用解析模式探討不同聯鎖區配置的容量問題，較常見的有「進路鎖定表(Route Locking Table)」以及「非衝突進路圖(Diagram of Non-Conflicting Routes)」兩種。

① 進路鎖定表

每條進路以一個字母表示，分別標示在進路的出入口位置；連結相同的字母即可得知進路的走向及位置。進路與進路之間的關係包括「自我相關 (Self Correlation, 記為 S)」、「平面交叉 (Crossing Routes, 記為 X)」、「分流 (Diverging Routes, 記為 D)」、「匯流 (Converging Routes), 記為 C」及「不相關, 記為-」等五種。進路與進路之間的關係可以列表說明，每一條進路均會出現在一行及一列，如圖 2.2-18 所示。



資料來源：[33]

圖 2.2-18 進路鎖定表範例

進路鎖定表僅能顯示出任兩條進路的關係，鎖定率（Locking Rate）等於鎖定進路的組合數除以所有的進路組合數：

$$\eta = \frac{\sum c_{ij}}{n^2} \quad (0.1)$$

式中： η =進路鎖定率

c_{ij} =進路*i*及進路*j*的鎖定狀態； $c_{ij} = 1$ ，表示進路*i*及進路*j*互相鎖定； $c_{ij} = 0$ ，表示進路*i*及進路*j*彼此不相關

n =所有的進路數

上式並未考慮列車的流量，如果每條進路的列車流量差異頗大，可以改用下式來計算：

$$\eta_w = \sum c_{ij} \cdot f_{ij} = \sum c_{ij} \cdot \frac{n_i \cdot n_j}{n^2} = \frac{1}{n^2} \sum c_{ij} \cdot n_i \cdot n_j \quad (0.2)$$

式中： η_w =加權平均進路鎖定率

f_{ij} =進路*i*及進路*j*組合的相對頻率

n_i =進路*i*的列車數

n_j =進路*j*的列車數

進路的鎖定率越低，代表進路衝突的情況越少，列車運轉的干擾會比較少，比較不同方案的鎖定率即可評估聯鎖區容量的優劣。過去本所便是以此概念為基礎，考量各車種所運行路徑之衝突情況，來評估南港站上行離站方向的容量^[17]。

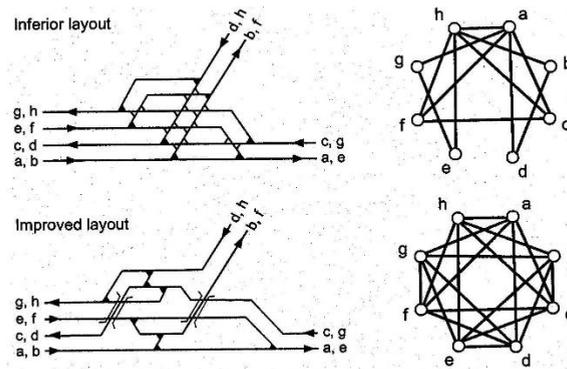
② 非衝突進路圖

非衝突進路圖是另外一種聯鎖區容量評估的表示方法，在非衝突進路圖中，每一條進路以一個節點表示。若進路可以同時開放而不會互相鎖定者，則以節線連結。與進路鎖定表不同的是，非衝突進路圖可以直接看出所有進路之間的關係。例如

圖 2.2-19 中的 a、h、f 進路可以同時存在而不會互相鎖定。

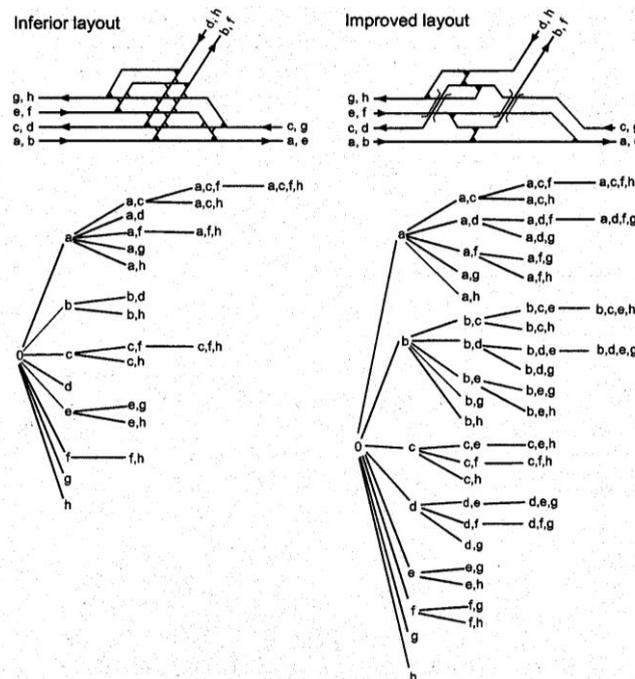
非衝突進路圖的節線越多，代表衝突的進路越少，容量會越高，例如圖 2.2-19 中下半部的配置方案有許多立體交叉，消除了一部份的進路衝突，因此其非衝突進路的節線較上半部的配置多很多，故為較好的方案。

若聯鎖範圍很大，非衝突進路圖可改以樹狀圖來表示，樹狀圖的每一個分枝，代表非衝突進路的可能組合，如圖 2.2-20 所示。



資料來源：[33]

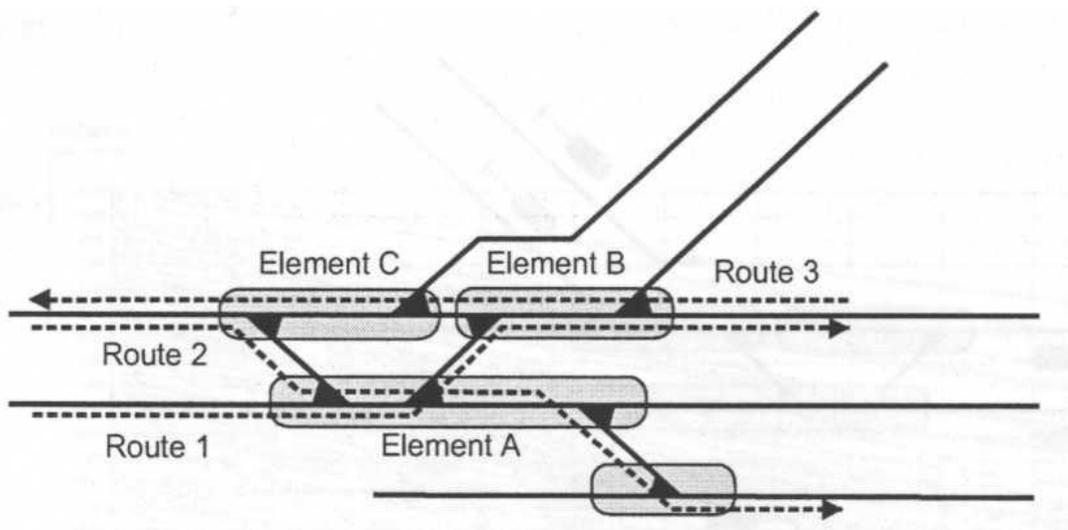
圖 2.2-19 非衝突進路表示法



資料來源：[33]

圖 2.2-20 非衝突進路樹狀圖

解析模式較為簡便，對於聯鎖區內的每一個單一通道，可以求出平均最小運轉時隔以及利用率。這種方法的優點是可以找出複雜聯鎖區內每一元件的輸送能力，但缺點是無法考慮到元件與元件之間的交互關係。例如圖 2.2-21 中進路 1 與進路 2 會互相鎖住對方的進路，但同時又會被進路 3 鎖住，因此僅找出進路 1 與進路 2 在元件 A 的最小運轉時隔，將會忽視進路 3 的影響效應。有時候可能發生元件 A 沒有被占用，但進路 1 及進路 2 均被進路 3 鎖住的情形。這種非直接聯鎖的問題僅能利用模擬模式才能完全求解。



資料來源：[33]

圖 2.2-21 聯鎖區域不同進路之相依性

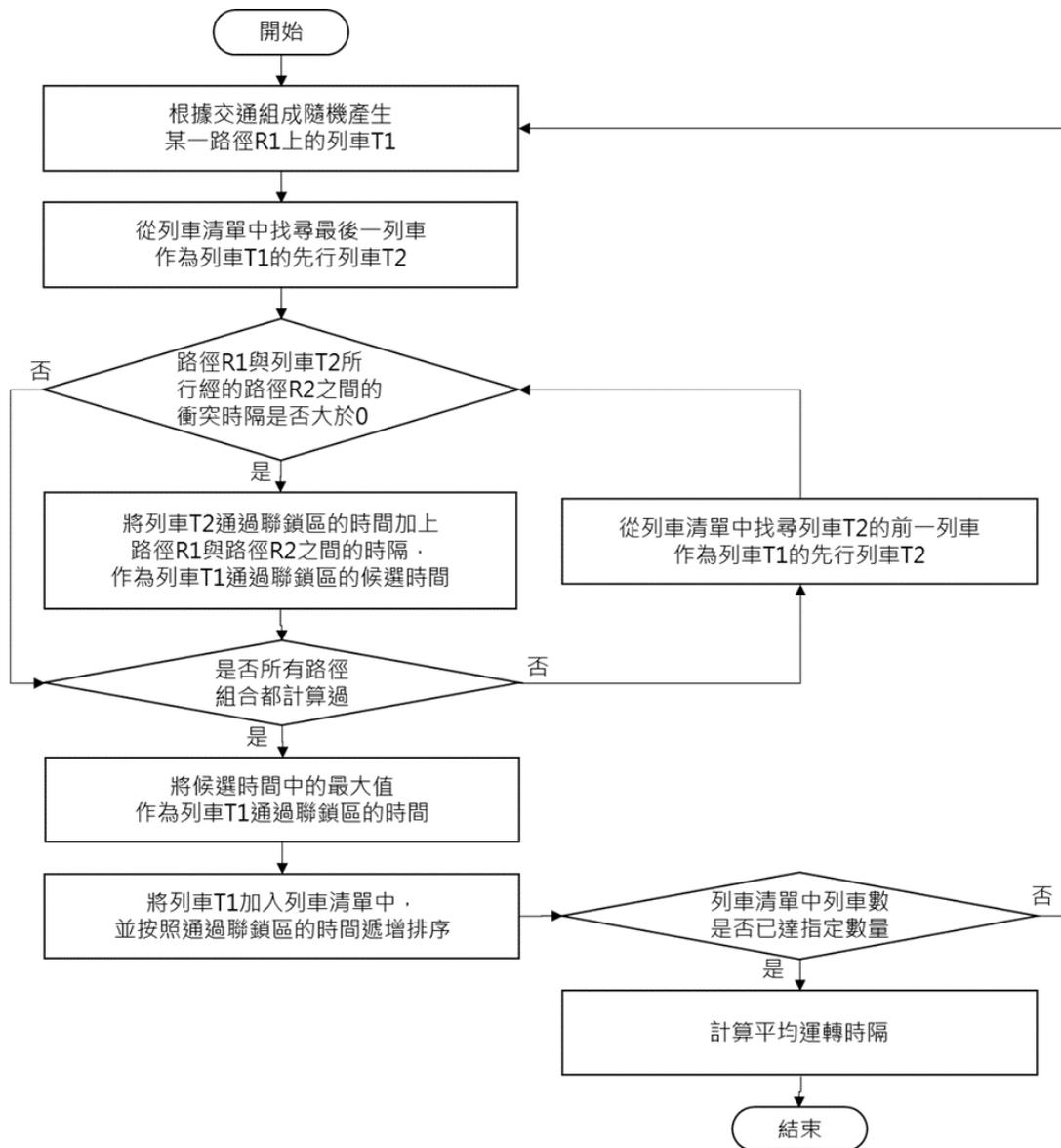
(2) 模擬模式

解析模式難以處理多條進路相依的情況，而模擬模式可以比較真實的反應實際的營運狀況以及元件之間的交互關係。利用模擬模式來研究聯鎖區的容量問題必須慎選模擬的策略，同時必須對鐵路營運實務以及電腦模式的能力限制有深切的知識與瞭解，否則建立起來的模式可能無法正確反應實際的營運狀況。

過去黃笙玗等人^[21]針對臺鐵大肚溪南號誌站的聯鎖區，發展了一套如圖 2.2-22 所示之模擬流程來評估容量。過程中每回合依據交通組成隨機產生一列車，並確保該列車通過聯鎖區的時間，與

系統中其他列車皆保持足夠號誌安全時距，直到模擬回合數足夠後，便可計算整體平均運轉時隔，進而求得聯鎖區的容量。

雖然市面上有如 RTC、VISSIM 或 OpenTrack 等套裝模擬軟體，但文獻中鮮少用來探討場站容量。



資料來源：[21]

圖 2.2-22 模擬計算聯鎖區平均運轉時隔之流程圖

2. 場站的容量分析方法

場站的容量與場站的股道數、列車停留時間以及運轉時隔有關；相反地，場站需要的股道數則與進出場的列車流量、運轉時隔以及在場站的停留時間有關。平均而言，進入及離開場站的流量必須相等，

而列車流量不僅只有到達或離開列車，若是在編組場站，也包括因摘掛、分類、編組需要而進出場站軌道的車輛。

場站的容量分析方法同樣包括解析模式及模擬模式，一般在規劃應用時以解析模式較常用，但若在細部設計或是需要高精度評估結果時，有時也會採用模擬模式。

(1) 解析模式

① Pachl 方法

若已知場站的平均列車流量以及列車在場站的平均停留時間，則場站內所需的軌道數可以依下式計算^[33]：

$$n_t = \bar{t}_d \times \left(\frac{Q_y}{T} \right)_{average} \quad (0.3)$$

式中： n_t =場站所需的最少軌道數

\bar{t}_d =列車在場站內的平均停留時間

T =計算容量的時間涵蓋範圍

Q_y =時間涵蓋範圍內進出場站的列車數

$\left(\frac{Q_y}{T} \right)_{average}$ =進出場站的平均流量

反過來說，若已知場站的軌道數、列車的平​​均流量以及每列車平均停留時間，則場站的容量為：

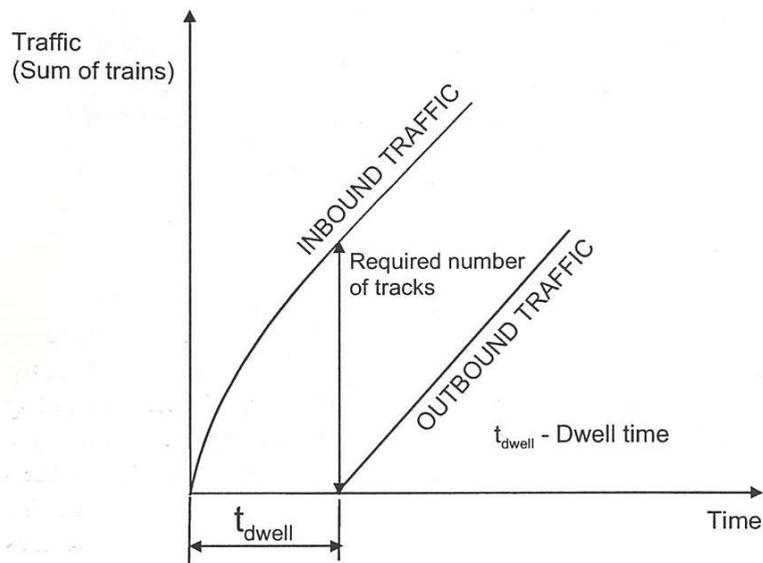
$$C_y = \frac{T}{\bar{t}_d} \times n_t \quad (0.4)$$

式中： C_y =場站的容量

T =計算容量的時間涵蓋範圍

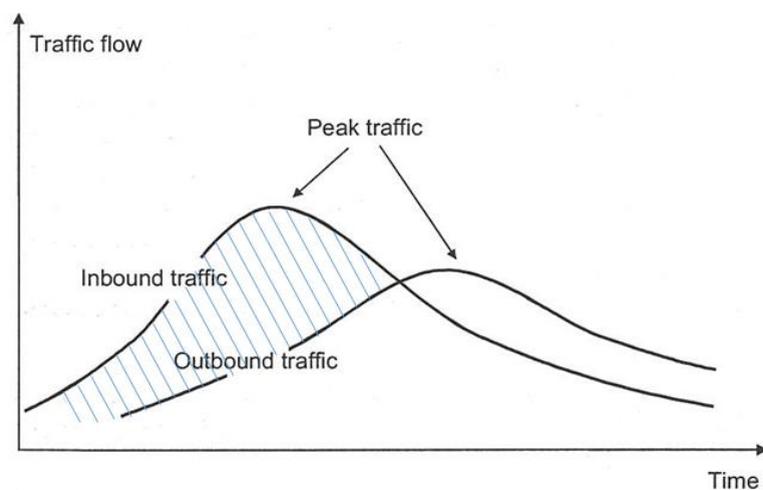
列車流量可能會有尖離峰之分，且因出站流量與進站流量有時間差，故出站流量的尖峰時間會落後進站流量。因此在某些時段，進站流量會遠高於出站流量，多出來的流量會累積在場站之內。

若需決定實際營運而不造成擁塞所需的軌道數，必須考慮列車進站及出站流量的變異情形。為了避免擁塞，場站內的軌道數必須能夠處理尖峰流量。如以列車數（非列車流量）以及時間為座標軸，可繪製進出站的累積列車數隨時間的變化曲線，如圖 2.2-23 所示。從曲線的高峰即可得知尖峰流量及尖峰時刻，而流量曲線與橫軸涵蓋的面積代表累積的列車數；進站流量與出站流量之間的面積為場站內的累積列車數，如圖 2.2-24。



資料來源：[33]

圖 2.2-23 列車累積進出站流量與時間關係圖



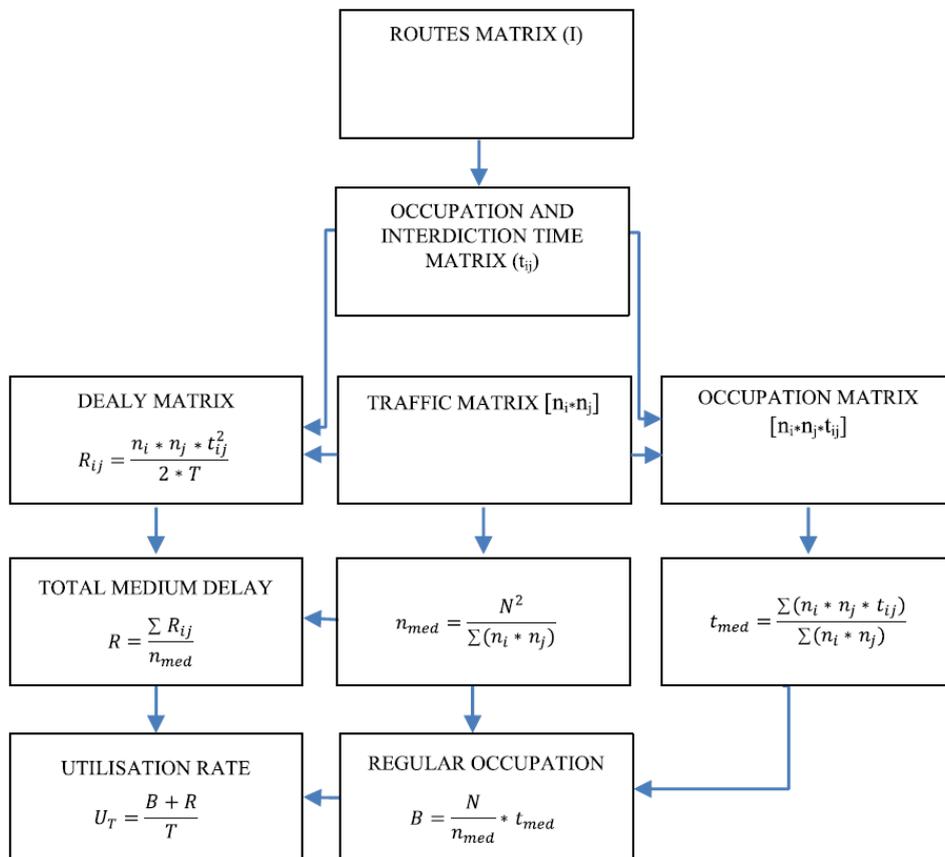
資料來源：[33]

圖 2.2-24 列車進出站流量尖離峰與時間關係圖

Joern Pachl 的研究^[33]主要是針對貨車場，但概念上適用於客車場及末端車站，只不過分析時除了要考慮列車於場站內的時間，也必須要加計列車的運轉時隔才能真實反映狀況。例如評估高鐵左營站的場站容量時，除了要考慮列車折返整備的時間之外，也必須要考慮列車到開的時隔。

② Potthoff 方法

此方法與前節所述「進路鎖定表」的概念相似，其演算流程如圖 2.2-25 所示，首先根據場站的軌道配置情形建立進路關係矩陣（圖 2.2-25 中之 Routes Matrix）以及其對應的占用時間（圖 2.2-25 中之 Occupation and Interdiction Time Matrix），接著考量交通組成（圖 2.2-25 中之 Traffic Matrix），計算平均列車數 n_{med} 、平均占用時間 t_{med} 和延滯時間矩陣 R_{ij} ，最後計算在指定時間範圍 T 內的容量利用率。



資料來源：[28]

圖 2.2-25 Potthoff 方法演算流程圖

③ Corazza 方法

此方法係基於與上節所述之「非衝突進路圖」，與 Potthoff 方法的差異在於平均列車數 n_{med} 計算方式不同。Corazza 方法假設列車以相同機率在計算容量之時間範圍內的任何時刻到達，則列車使用進路 i 的機率計算如下^[31]：

$$p_i = \frac{n_i \times t_i}{T} \quad (0.5)$$

其中： p_i =列車使用進路 i 的機率

t_i =進路 i 的占用時間

n_i =使用進路 i 的列車數量

T =計算容量的時間範圍

此外，還考量當列車使用進路 i ，同時有其他列車使用無衝突進路之總機率為：

$$p_i^* = \sum p_{iv} \quad (0.6)$$

其中： p_i^* =列車使用進路 i ，同時有其他列車使用無衝突進路之機率

v =運行與進路 i 無衝突進路的列車數

接著透過下式計算平均列車數，最後與 Potthoff 方法相同，計算在指定時間範圍 T 內的容量利用率。

$$n_{med} = \frac{\sum v \times p_v}{\sum p_v} \quad (0.7)$$

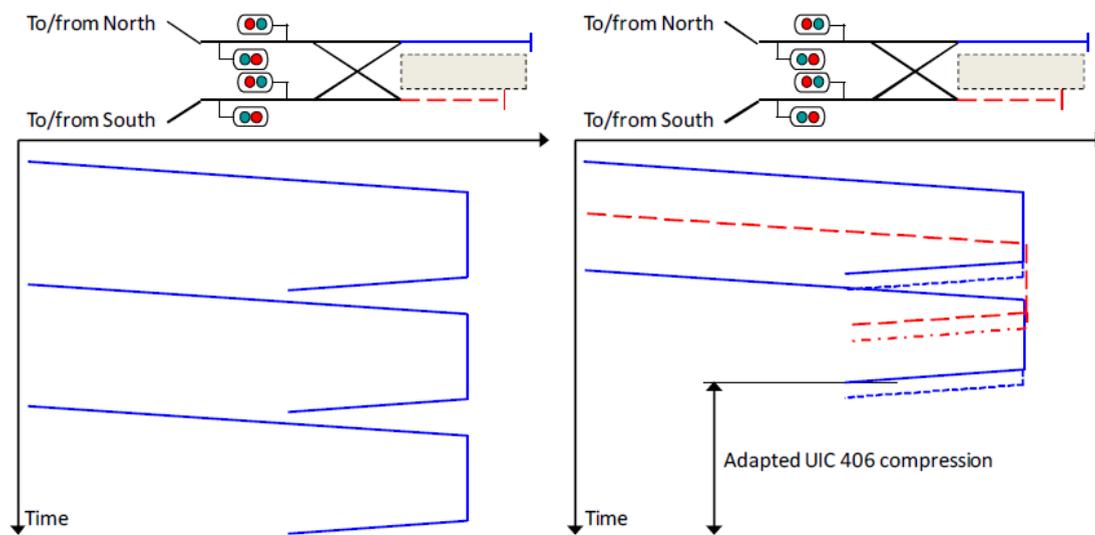
其中： p_v =系統內同時有 v 列無衝突列車之機率

④ 壓縮法

國際鐵路聯盟提出的 UIC Code 406^[25] 是基於基礎設施與時刻表已知的情況下，利用閉塞時間的方式壓縮時刻表來計算容量利用率。Landex^[30] 進一步說明如何將此方法應用於如端末

站、折返點、交會站、銜接點、列車追越、大型車站，以及調車場等場站之容量利用率的評估。以末端站為例，分析時考慮列車於末端站折返的最短整備時間，以及避免折返橫渡線上可能會發生的衝突，此外，維持列車順序不變，並且讓列車在站內可改變股道，壓縮前後結果如圖 2.2-26 所示。

採用 UIC 406 的評估場站容量的限制是必須要有一個時刻表來進行壓縮，但這僅能針對已營運的系統才能適用，且是針對特定班表去評估其場站的利用率，然而在規劃或設計階段，並沒有時刻表，若要求得場站的期望容量，UIC 406 顯然不是一個合適的分析方法。



資料來源：[30]

圖 2.2-26 於折返站使用 UIC 406 壓縮法

(2) 模擬模式

若要評估場站複雜的運轉行為以及多變的配置時，模擬模式會比解析模式較適合，但建構模式需要列車運轉及行車控制的專業知識與數學模擬的技術，門檻比發展解析模式高出許多。

陳佑昇^[20]考量了列車進出站的衝突狀況、折返整備時間，以及車站內股道數量等三個關鍵因素，發展了一套模擬模式來探討高鐵系統中間站與末端站之容量，模式能適當反映當中間站停靠列車較多或停站時間較長時，容量較低，若具有額外股道的車站，則

容量相對較高；而列車在末端站的折返時間越長，容量越低，但在相同折返時間下，若一開始站內有越多列車可供折返，則容量越高。

另外也有文獻採用商用鐵路模擬軟體來探討場站容量，如 Pu^[35]使用 OpenTrack，考量基礎設施布局、速限、列車配置、班表與進站延誤分布等因素來探討容量。然而，利用套裝軟體通常都是針對特定場站來建立模型並探討特定課題，此外也難以掌握軟體背後的運作邏輯，從文獻中僅能得知常用的方式是時間序列模擬（Time-stepping Simulation）或是 UIC Code 406^[22, 34]，對於本計畫欲發展容量分析模式來說，參考價值有限。

2.3 小結

綜整本章之文獻回顧，本計畫在發展能評估鐵路場站容量之模式時，應沿用其容量定義，使之能相容於本所過去的容量研究成果，而在分析方法的選擇上，雖然過去研究中，解析模式豐富且多樣，但若要能處理多條進路交互影響的情況，模擬模式還是較佳的選擇。

除此之外，為了保有模式的應用彈性，在考量軌道與月臺布置方式、進路、號誌安全時距、交通組成，以及停站或折返整備時間等關鍵因素時，號誌安全時距應做為輸入參數，其數值可透過本所發展的號誌安全時距公式來計算，而在規劃設計階段可參考相似系統來設定，甚至未來可研發新方法，能根據不同號誌系統求取號誌安全時距。



第三章 場站容量分析模式建構

由於編組站與末端站的軌道與月臺配置沒有一定的型式，難以周延互斥將之分類並發展對應的容量分析模式，因此本計畫歸納了此兩類車站的列車運轉特性，建構一套通用的場站容量分析模式，其構想、基本概念、輸入參數與演算流程，以下逐步說明之。

3.1 編組站和末端站列車運轉特性

在城際鐵道系統中，編組站和末端站扮演著不同而重要的角色，但透過歸納兩者的列車運轉特性，將有助於發展更泛用之容量分析模式，說明如下：

1. 末端站

末端站之定義為位於城際鐵道系統路線端點之車站，列車行駛至此便無法再行駛至下一站，只能折返運行，是所有車次的終點站，同時亦為下一趟車次的起始點。為了提供列車之進出折返、停留調派與發車前整備等功能，末端站一般需要布設兩條以上之軌道，且要使列車能夠從任何一個月臺進出車站。

圖 3.1-1 為末端站列車運轉情形的一個典型例子，假設最初站內沒有列車，首先第一列車駛入末端站停靠第 2 股道，接著第二列車行經橫渡線駛入第 3 股道，如圖 3.1-1(1)和(2)。在第三列車駛入第 1 股道後，第一列車完成整備，並行經橫渡線離開末端站，如圖 3.1-1(3)和(4)。然後第四列車抵達末端站停靠第 2 股道，而第二列車在完成整備後駛離末端站，如圖 3.1-1(5)和(6)。值得注意的是，在上述過程中，列車運行過程不得與其他列車有衝突，並且要保持足夠安全時距，其中第四列車抵達末端站與第二列車離站之間的行駛路徑沒有衝突，因此互不受到時距的影響。此外，當第四列車抵達末端站時，若第一列車尚未完成整備並離站，此時第四列車只能停靠第 4 股道，因此當整備時間越長，末端站需配置越多軌道來降低對容量的衝擊。

若觀察單一系列車，會發現列車在末端站的運轉過程很單純：列車在抵達末端站時，選擇未被占用的月臺面停靠，完成整備後離開末端站，並且在進出末端站時，必須和其他列車保持足夠號誌安全時距。由此可知，月臺面數量、整備所需時間以及號誌安全時距，會是影響末端站容量的主要因素。

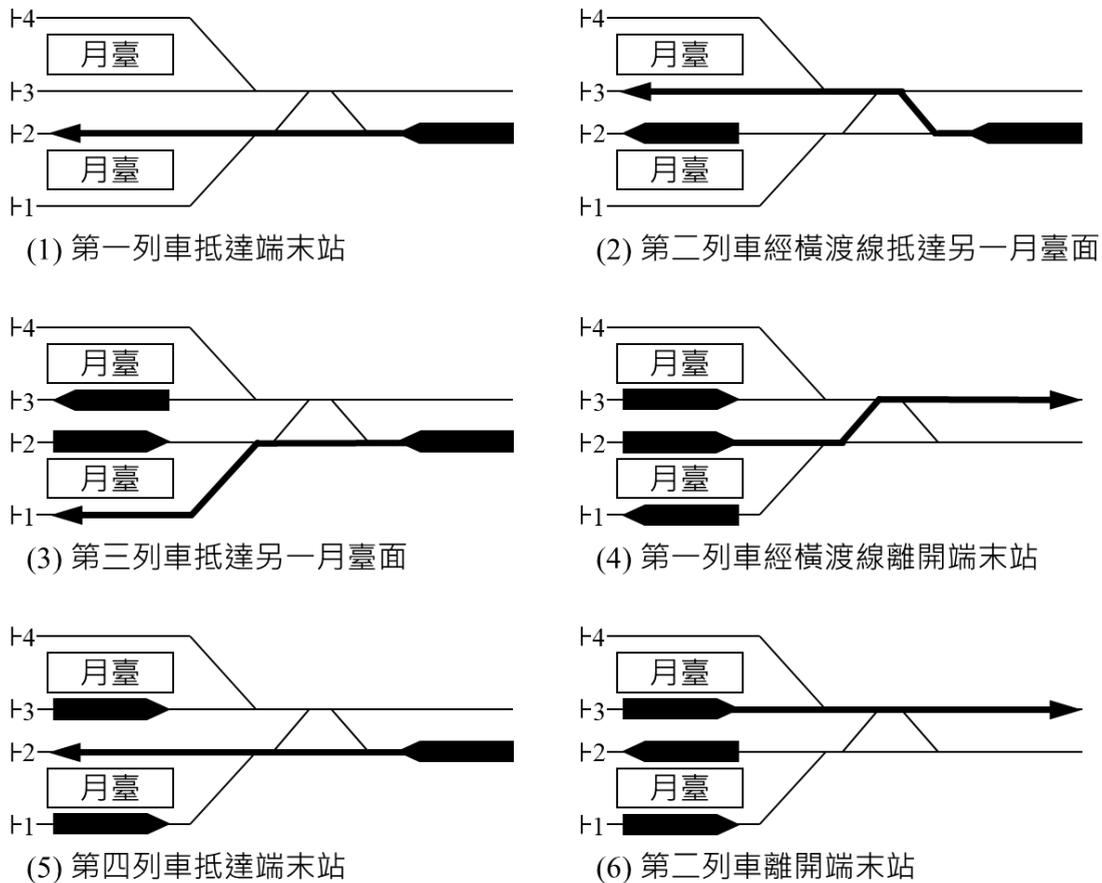


圖 3.1-1 末端站列車運轉情形

2. 編組站

編組站之定義為鄰近調車場或車輛基地之車站，而本計畫所要探討的編組站容量是指提供運輸服務的運能，而非調車場中處理車輛編組、修繕等作業的能量，因此主要是考量正線上營運的列車；除此之外，還要考慮(1)列車從調車場進入車站準備開始營運，以及(2)列車抵達終點後進入調車場，此兩種情形對正線營運列車的影響，因此列車在編組站的運轉情形較為複雜，但不外乎為以下 4 種作業情形：

- (1) 編組站通常位於城際鐵道系統的路線上，因此也如一般車站一樣，如圖 3.1-2 所示，列車從上一站行駛至編組站後，停靠讓旅客上下車，然後繼續往下一站運行，若不載客，則是直接通過往下一站運行。

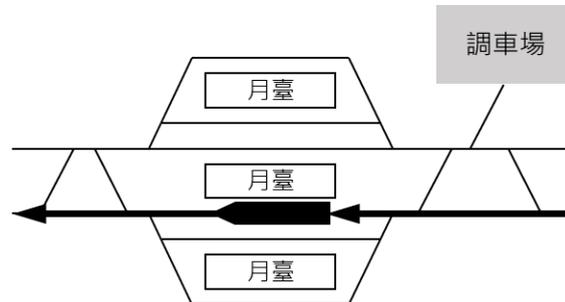


圖 3.1-2 停靠與通過列車於編組站之運轉情形

- (2) 另外有列車會於編組站進行折返，如圖 3.1-3 所示，列車到站後即為該車次的終點，停靠於月臺並完成整備後，繼續服務下一趟車次。

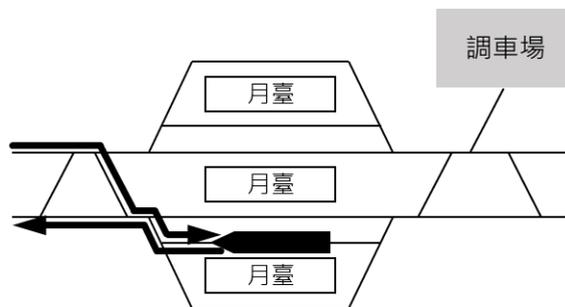


圖 3.1-3 列車於編組站折返之運轉情形

- (3) 若是從編組站始發之列車，如圖 3.1-4 所示，列車先從調車場行駛至編組站，並停靠於月臺，待整備完成後，開始其運輸服務。

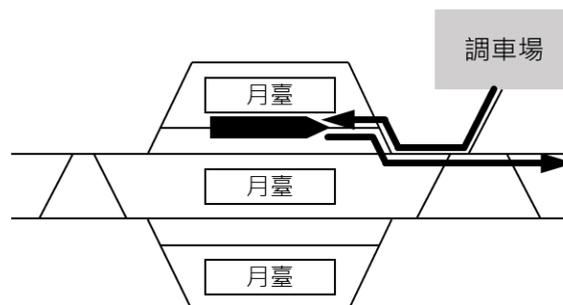


圖 3.1-4 列車從編組站始發之運轉情形

(4) 而以編組站為終點的列車，如圖 3.1-5 所示，列車抵達編組站停靠後，等旅客下車並進行清車，才會駛入調車場。

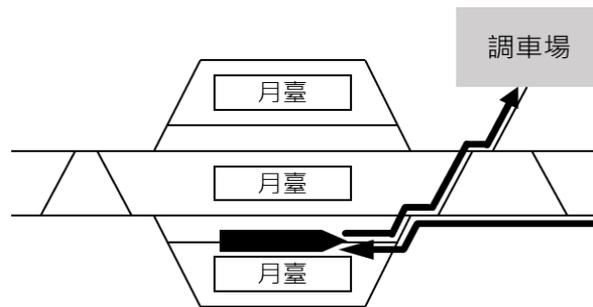


圖 3.1-5 列車以編組站為終點之運轉情形

值得注意的是，實務上鐵道系統會有列車於指定車站折返營運，而該車站並無鄰接調車場的狀況，這類中間折返站的列車運轉情形只有停靠及折返兩種，屬於上述的(1)和(2)兩項作業。

綜整上述，可進一步將列車於場站內的運轉特性歸納為如圖 3.1-6 所示：列車從站外（前一車站或調車場）行駛至站內，接著於站內停留進行載客、整備或清車等作業，或是不停留直接通過，最後從站內行駛至站外（往下一車站或調車場）。因此只要此運轉特性著手，便能建構能用於評估各類場站的容量分析模式，同時，只要是符合此運轉特性的場站，包含編組站、末端站、中間折返站及一般路線中之車站，便能用本模式來分析其容量。

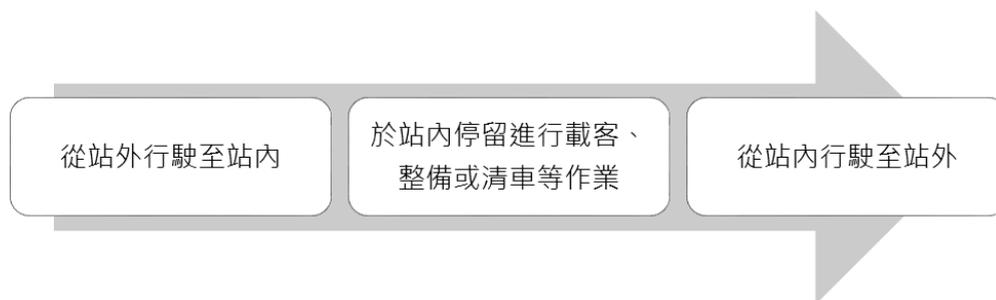


圖 3.1-6 列車於場站內之運轉特性

3.2 模式構想與基本概念

根據上節的說明，可更進一步將列車於編組站和末端站的運轉特性歸納為：列車從站外（前一車站或調車場）行駛至站內，接著於站內停留進行

載客、整備或清車等作業，或是不停留直接通過，最後從站內行駛至站外。而編組站和末端站的容量，可從以下兩方面來衡量：

1. 單位時間內能讓多少列車進入場站進行上述作業。
2. 單位時間內有多少列車完成上述作業離開場站。

依此構想，本計畫所建構的場站容量分析模式之基本概念如圖 3.2-1 所示，讓列車緊密地發送至場站，透過離散事件導向的系統模擬方法 (Discrete Event Simulation)，使列車之間都保持足夠的號誌安全時距，然後觀察列車進出場站的情況，藉此評估此場站的容量。

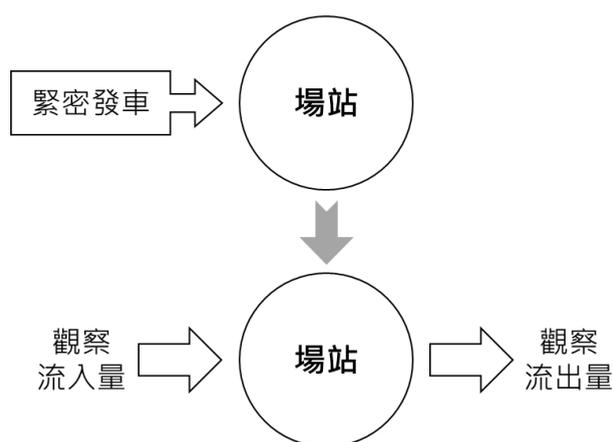


圖 3.2-1 場站容量分析模式之演算概念

本模式組成離散事件模擬之要素，如實體 (Entity)、資源 (Resource)、事件 (Event)、規則 (Rule) 與狀態 (State) 等項目如表 3.2-1 所示。模式中的每列車抵達和離開場站皆視為一個事件，如圖 3.2-2 所示，隨著事件依序發生，系統的時間便會不斷往前推進，同時也會反映列車使用進路與站內軌道的情況。站內軌道一次只能讓一列車使用，不能同時存在兩列以上之列車，而進路也是同時只能提供一列車使用，且任兩衝突進路之列車必須保持足夠的號誌安全時距，在模擬過程中，係透過調整事件的發生時間，來避免列車發生衝突，詳細流程參見第 3.6 節。

表 3.2-1 離散事件模擬組成要素對應表

組成要素	對應項目
實體	列車
資源	進路、站內軌道
事件	列車抵達場站、列車離開場站
規則	列車運轉基本規則
狀態	列車使用進路與站內軌道的情況

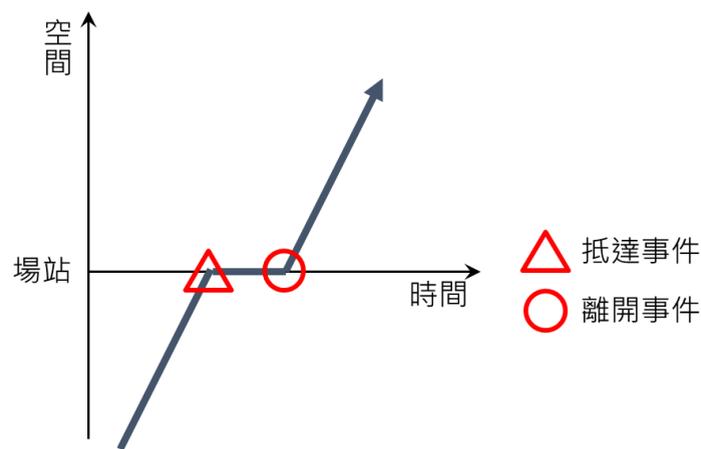


圖 3.2-2 列車抵達和離開事件示意圖

3.3 模式架構

基於上述的概念下，本模式之架構如圖 3.3-1 所示，需考慮場站的軌道布置、列車行駛路徑、交通組成、站內停靠時間與號誌安全時距等因素，依據列車運轉基本規則來模擬每列車抵達與離開場站的時間，之後再考量運轉寬裕來計算平均運轉時隔與場站容量。從此架構中可知本模式不需輸入可行班表，取而代之的則為交通組成，透過交通組成的設定，隨機地決定抵達場站的列車車種。

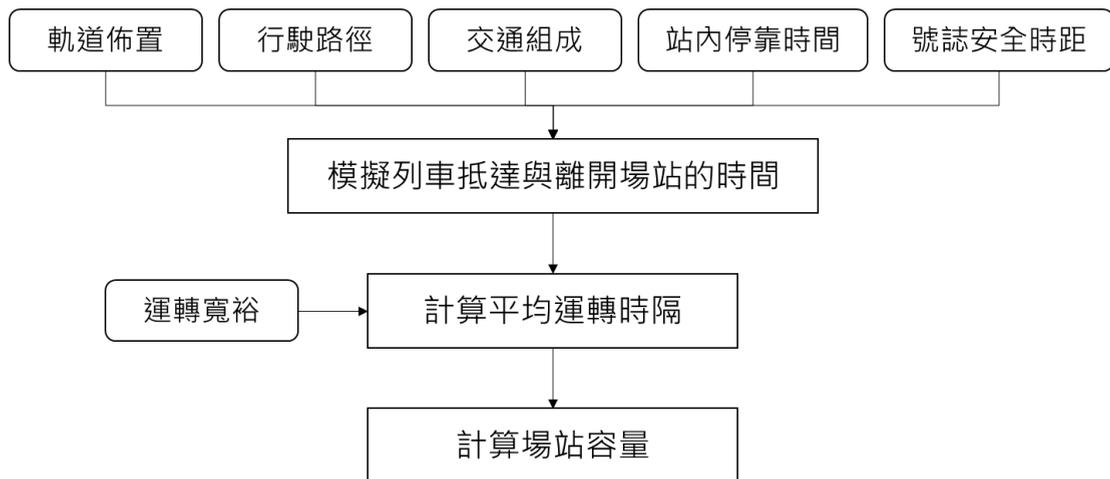


圖 3.3-1 場站容量分析模式架構

3.4 假設條件

本模式在模擬的過程中，列車所遵循的運轉基本規則包括：

1. 一列車抵達場站後，只能使用一股沒有被其他列車使用的站內軌道，相對地，一股站內軌道同時間只能供一列車使用。
2. 列車進出場站時，不能追越使用同一進路的前車，亦不能與反向列車發生對撞，且與使用其他進路進出場站的各列車之間，都要保持足夠的號誌安全時距。

此外，本模式在運用時有以下假設條件：

1. 本模式不考慮列車摘掛、柴油機車調車...等作業之影響，實際上，目前臺鐵多採用固定編組之列車，已少有這些作業，故此假設對模式應用層面影響不大。
2. 為了能專注於探討場站容量，以利判斷容量瓶頸是否位於場站，本模式不考慮場站以外的影響因素，例如：列車於站間的運轉行為。

3.5 輸入參數

模式所需的主要輸入參數有進路、行駛路徑、交通組成、站內停靠時間、號誌安全時距以及運轉寬裕係數，本節將分別說明之。此外，使用者需設定「模擬列車數」以決定模擬的規模，另外也要給定亂數種子，讓模式在

演算的過程中，可依交通組成隨機決定列車車種，並且在有多條行駛路徑時，可隨機選擇一條供列車使用。

3.5.1 進路

雖然場站的軌道與月臺等硬體設施的布置方式是影響容量的因素之一，但在第 2.2.2 小節中提到，即便是相同的配置，不同的軌道運用方式則會有不同之容量，所以列車運轉時如何使用場站內的軌道才是關鍵。有鑒於此，本模式係透過進路的設定，來反映場站內月臺與軌道布置對容量的影響。

進路為列車抵達或離開場站時所運行的一系列軌道，在模式中分為抵達進路和離開進路兩種，如圖 3.5-1 所示，相關定義如下。

1. 抵達進路：列車抵達場站的進路，其起始端點是場站外的軌道，結束端點則是場站內供列車停靠或通過的軌道。
2. 離開進路：列車離開場站的進路，其起始端點是場站內供列車停靠或通過的軌道，結束端點則是場站外的軌道。

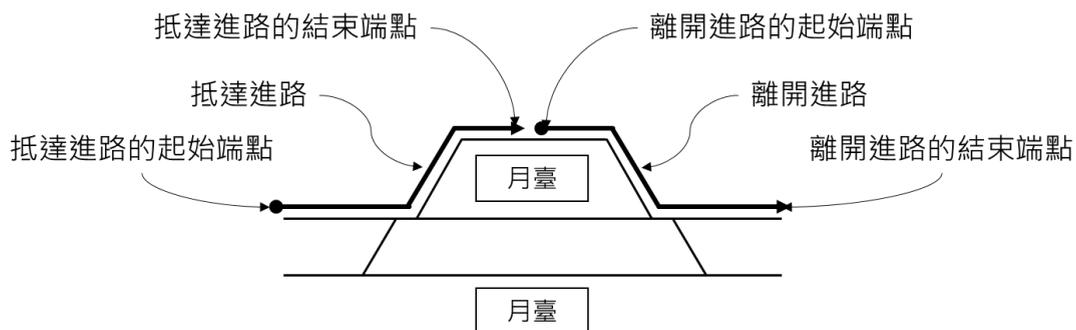
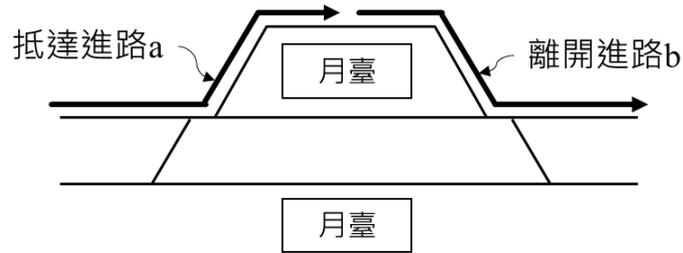


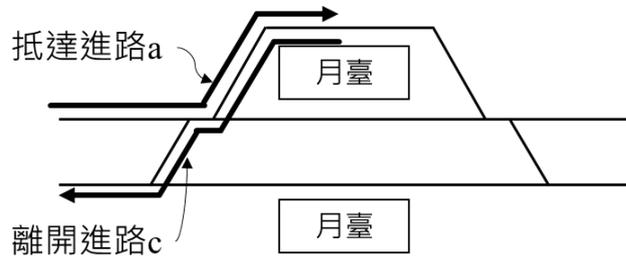
圖 3.5-1 抵達進路與離開進路示意圖

3.5.2 行駛路徑

行駛路徑係由一條抵達進路與一條離開進路所組合而成，用來表示列車進出場站所運行的路徑，其中抵達進路的結束端點必須和離開進路的起始端點相同，如圖 3.5-2 所示。



(1) 行駛路徑範例 1 (列車繼續前行)



(2) 行駛路徑範例 2 (列車折返運行)

圖 3.5-2 由進路組成行駛路徑示意圖

3.5.3 交通組成

本模式需依據列車性能、營運型態和車廂容量等因素，將列車區分成不同車種，而交通組成的設定即為這些車種的組成比例。

此外，針對每一車種還必須指定一條以上之行駛路徑，例如在圖 3.5-3 中，折返列車使用路徑 D；而不同車種亦可設定使用同一行駛路徑，例如上行直達車和上行區間車皆使用圖 3.5-3 的行駛路徑 A 進出場站；當要指定 2 條以上之行駛路徑時，每條路徑的抵達進路結束端點與離開進路起始端點必須相同，例如下行區間車在圖 3.5-3 中，可使用行駛路徑 B 和 C。

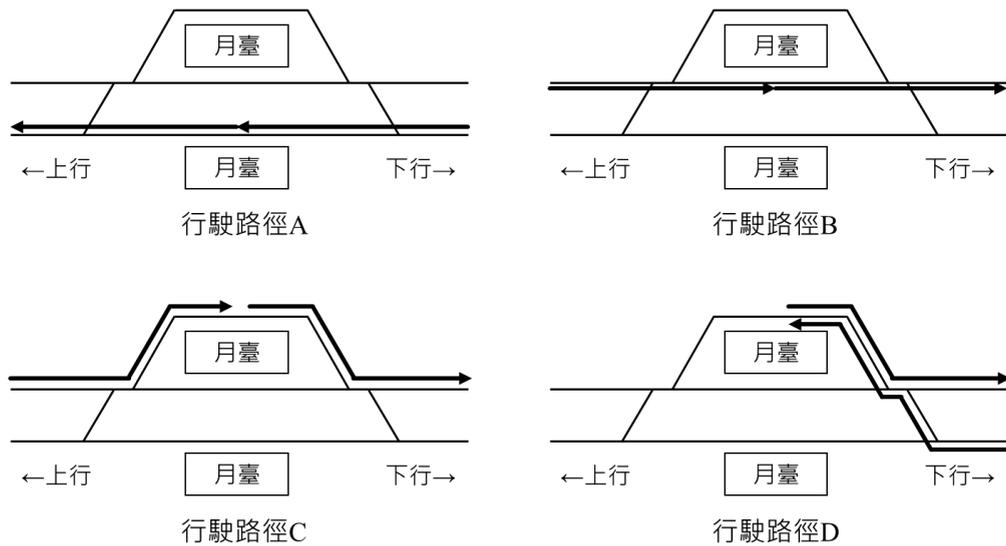


圖 3.5-3 行駛路徑示意圖

3.5.4 站內停靠時間

在本模式中，每一車種可設定其站內停靠時間，表示該車種於場站內辦理載客、整備，或清車等作業所需的時間，例如一般列車的站內停靠時間係用來讓旅客上下車；始發列車的站內停靠時間則有整備以及讓旅客上車等作業；而終點列車的站內停靠時間除了讓旅客下車，還包含清車時間；至於不停靠的通過性列車，站內停靠時間可設為 0。

3.5.5 號誌安全時距

號誌安全時距定義為在號誌系統的限制下，兩連續列車安全通過路線某一點的時間間距，是列車安全運轉的最基本要求^[2]。當任兩進路若是有接續、重疊、平面交叉、對向衝突、匯流與分流等關係，則必須設定其號誌安全時距，模式中會確保運行於此兩進路的列車之間能保持足夠的時距，分別說明如下：

1. 接續

當先行列車之離開進路的起始端點，與續行列車之抵達進路的結束端點相同，且兩進路沒有交叉或一部份重疊時，如圖 3.5-4 所示，此時兩進路為接續關係，列車必須保持同股道先行車離站至續行車進站的號誌安全時距。

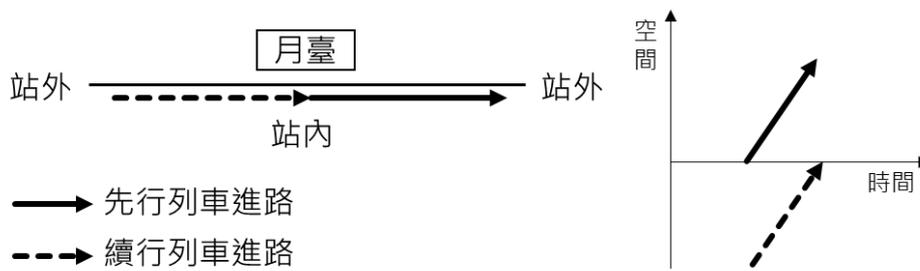


圖 3.5-4 進路為接續關係之示意圖

2. 重疊

當兩進路的起始端點相同，且結束端點也相同，則此兩進路為重疊關係。當先續行列車使用這樣的進路進出場站時，兩列車必須保持同股道進站的號誌安全時距，如圖 3.5-5 所示；或是同股道離站的號誌安全時距，如圖 3.5-6 所示。



圖 3.5-5 進路為重疊關係之示意圖 (同股道進站)

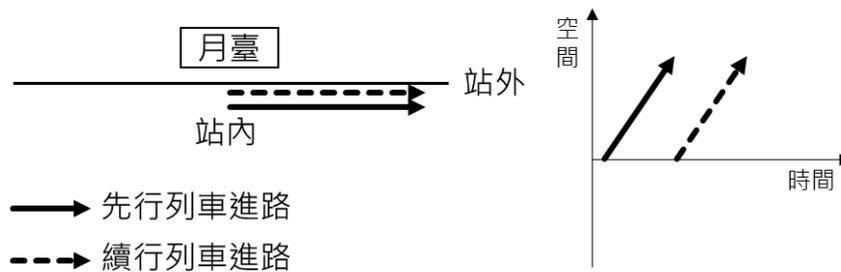


圖 3.5-6 進路為重疊關係之示意圖 (同股道離站)

3. 平面交叉

當兩進路的起始端點不同，結束端點也不同，且兩進路有交叉，則此兩進路為平面交叉關係，其號誌安全時距的設定有以下兩種情況。先行與續行列車的運行方向相反時，依據進出站的順序，列車要保持

平面交叉先進站後離站的號誌安全時距，如圖 3.5-7 所示；或是平面交叉先離站後進站的號誌安全時距，如圖 3.5-8 所示。

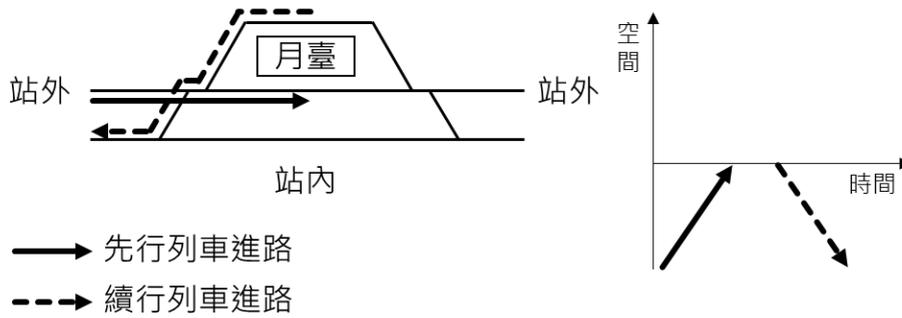


圖 3.5-7 進路為平面交叉關係之示意圖 (先進再出平面交叉)

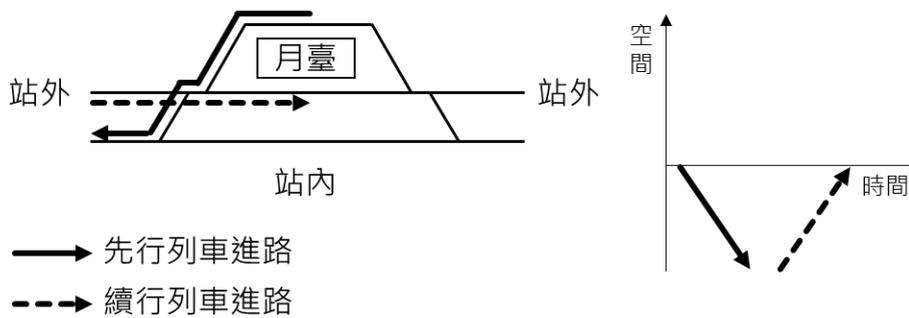


圖 3.5-8 進路為平面交叉關係之示意圖 (先出再進平面交叉)

而先續列車的運行方向相同時，兩列車從站外不同主線進站停靠不同股道，或是從站內不同股道離站行駛不同主線，都須保持號誌安全時距，如圖 3.5-9 和圖 3.5-10 所示。

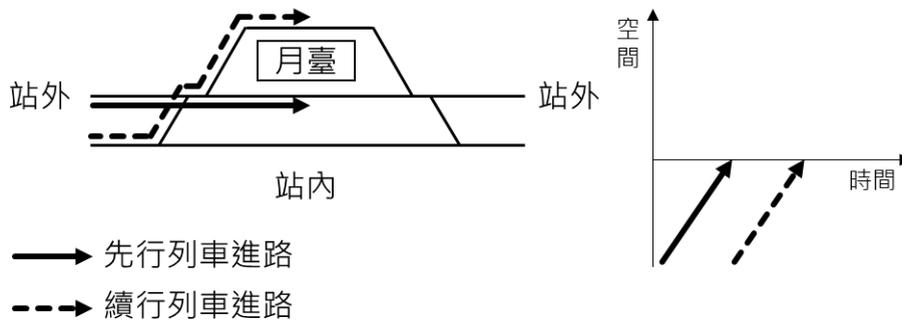


圖 3.5-9 進路為平面交叉關係之示意圖 (進站平面交叉)

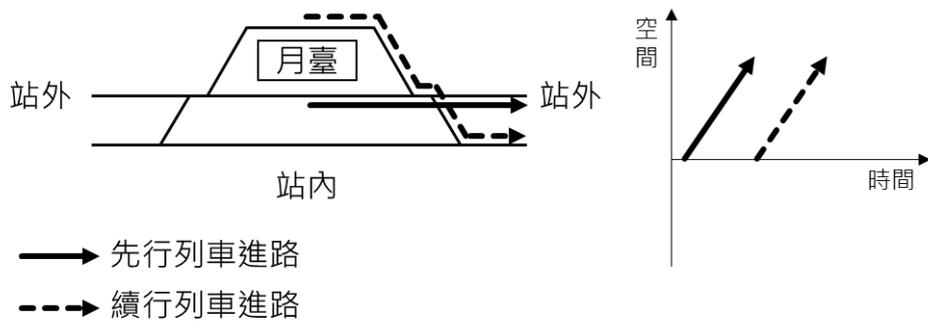


圖 3.5-10 進路為平面交叉關係之示意圖 (離站平面交叉)

4. 對向衝突

當先行列車之進路的起始端點，與續行列車之進路的結束端點相同，且兩進路有一部份重疊時，則此兩進路為對向衝突關係。依據進出站的順序，列車要保持先離站後進站的號誌安全時距，如圖 3.5-11 所示；或是先進站後離站的號誌安全時距，如圖 3.5-12 所示。

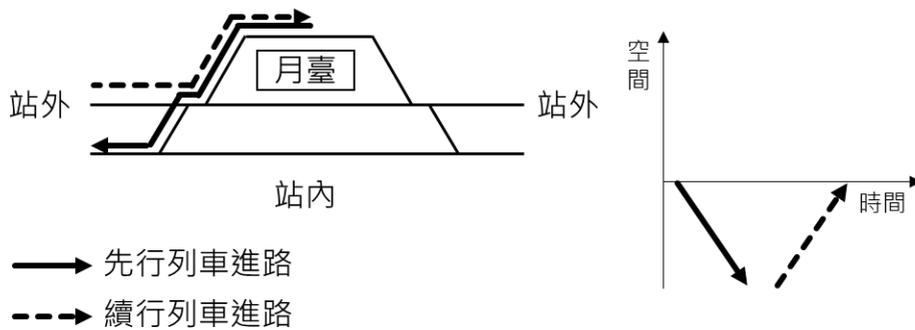


圖 3.5-11 進路為對向衝突關係之示意圖 (先出再進對向衝突)

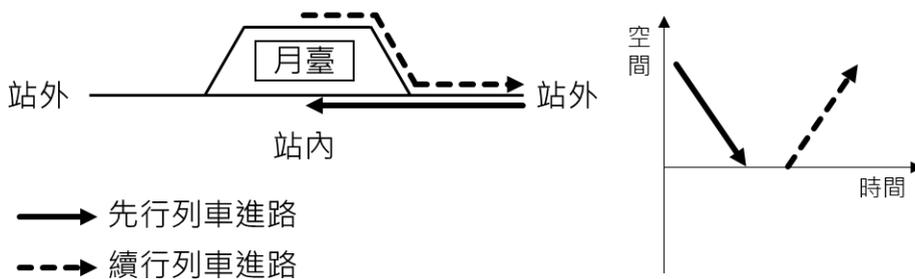


圖 3.5-12 進路為對向衝突關係之示意圖 (先進再出對向衝突)

5. 匯流

當兩進路的起始端點不同，但結束端點相同，且兩進路有一部份重疊時，則此兩進路為匯流關係。若兩進路為抵達進路，則列車要保持從站外不同主線進站停靠同股道的號誌安全時距，如圖 3.5-13 所示；若兩進路為離開進路，則列車要保持不同股道離站的號誌安全時距，如圖 3.5-14 所示。

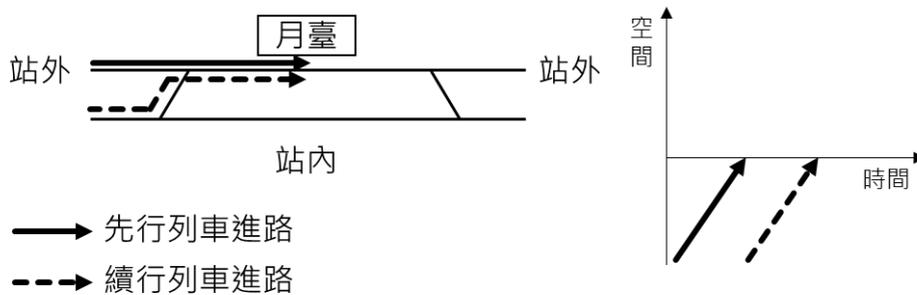


圖 3.5-13 進路為匯流關係之示意圖 (不同股道進站匯流)

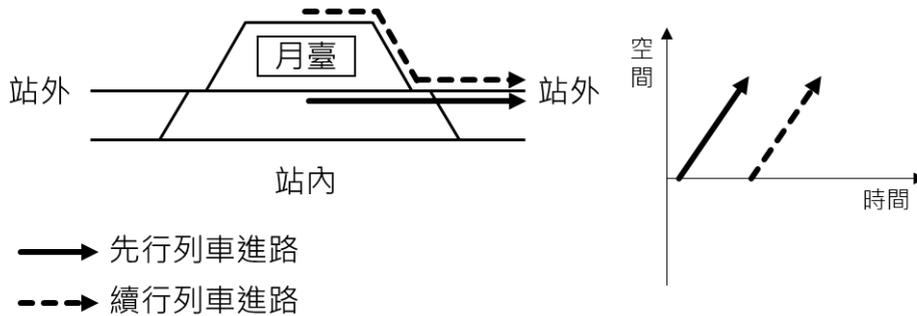


圖 3.5-14 進路為匯流關係之示意圖 (不同股道離站匯流)

6. 分流

當兩進路的起始端點相同，但結束端點不同，且兩進路有一部份重疊時，則此兩進路為分流關係。若兩進路為抵達進路，則列車要保持從站外相同主線進站停靠不同股道的號誌安全時距，如圖 3.5-15 所示；若兩進路為離開進路，則列車要保持從同股道離站行駛不同主線的號誌安全時距，如圖 3.5-16 所示。

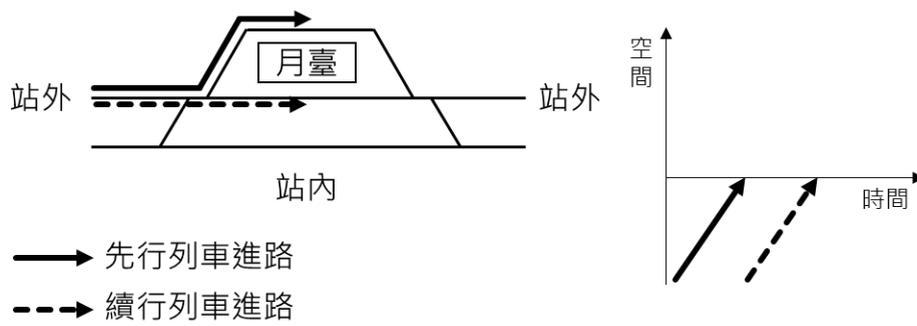


圖 3.5-15 進路為分流關係之示意圖（進站分流）

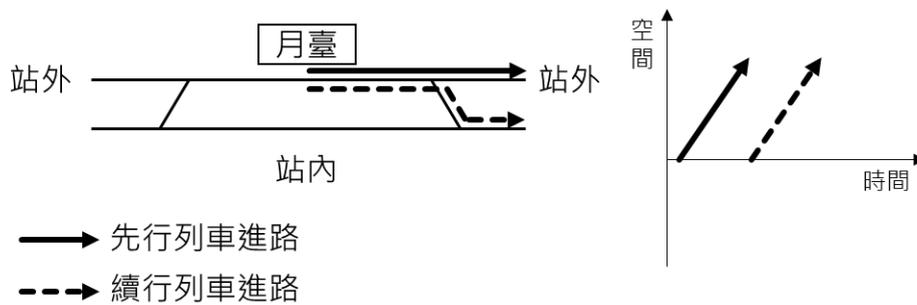


圖 3.5-16 進路為分流關係之示意圖（離站分流）

號誌安全時距受到路線條件（例如：橫渡線之道岔號數及位置）、交通條件（例如：列車性能）及控制條件（例如：號誌系統之號誌機位置）等因素的影響，但在本模式中直接將號誌安全時距做為輸入參數，主要原因為：

1. 在本所鐵道容量手冊中，已有針對臺鐵發展的號誌安全時距計算公式^[2]，可將其計算結果帶入本模式進行分析，以充分整合過去研究成果，且未來若有發展更先進或精確的號誌安全時距計算方法，其成果也可應用於本模式中。
2. 實務上在鐵道建設計畫的規劃階段，難以取得計算號誌安全時距的相關參數，此時便可採用相似系統或是期望的號誌安全時距，帶入本模式進行分析。

值得注意的是，當橫渡線配置及位置改變，或調車場移設時，將會影響進路之間的關係，例如將軌道改為立體交叉，則能夠消除一些平面交叉關係的進路，因此需重新檢視並調整進路之間的關係以及其對應的號誌安全時距，以確保能忠實反映場站的狀況。

3.5.6 運轉寬裕時間係數

考量列車在實際運轉的過程有許多隨機程序（Stochastic Process），不可能百分之百精準地依預定的計畫來運作，因此評估容量時應加入運轉寬裕時間，以吸收可能的列車延誤並涵蓋大部分的運轉情形。實務上運轉寬裕（Operating Margin）存在於幾個部分，說明如下：

1. 站間運轉時間

時刻表安排時所採用的站間運轉時間，會考慮路線的條件（單線或複線）、車種組成的特性、列車性能的差異、列車操控的精準性、運轉整理的恢復時間、交會待避延誤時間等因素，額外增加一些行車寬裕時間（Running Time Supplements）。一般而言，單線區間的運轉寬裕時間會比較多，而複線區間的寬裕時間會比較少。另外，自動化程度越高且站距越短的系統（例如捷運系統），寬裕時間會比較短；反之，自動化程度較低且運轉距離較長的系統（例如臺鐵系統），寬裕時間會比較多。而不同營運機構之間因列車營運的班次密度以及對於準點的要求不同，也可能有採用不同的站間運轉寬裕時間。

2. 列車停站時間

列車表訂的停靠時間必須足以讓旅客上下列車，甚至必須待避或交會其他列車。實際安排列車時刻時，停站時間、整備時間，以及折返時間，可能都會增加寬裕時間。至於停站寬裕時間的多寡，與系統特性、旅客特性、旅客流量，以及班次密度有很大關聯。城際鐵路的旅客通常會攜帶行李，上下車比較費時，故停站寬裕時間會比較多；反之，捷運系統的車門多且車廂與地板齊平，旅客上下車比較快速，故停站時間的寬裕會比較少。

3. 號誌安全時距

號誌安全時距，特別是車站區域的號誌安全時距，必須考慮到號誌與轉轍器的連鎖，列車進路的鎖定，號誌的顯示、進路的解除，以及號誌與轉轍器之解鎖等因素，通常會成為路線的瓶頸，在安排時刻表時，通常會額外加上一些號誌寬裕時間（Headway Buffers），以吸收可能的變異，降低列車誤點的機率。號誌安全時距寬裕時間的多寡，

與車種組成、號誌系統的等級，以及列車控制的自動化程度有關，一般而言，車種組成複雜的城際鐵路，其號誌安全時距寬裕時間會高於車種單一的捷運系統。另外，有些鐵道系統在排點時，可能會以最差狀況的號誌安全時距來安排列車時刻，而實際上，有些列車進出車站的進路組合並不需要這麼大的號誌安全時距，此種作法也是為了當時刻表混亂時，有足夠的保留容量可以進行運轉整理。例如台灣高鐵排點時在末端車站採用的號誌安全時距都是最差情況（平面交叉）的 5 分鐘時隔，但實際列車運轉時，有些進路組合並不需要間隔這麼大的號誌安全時距。

就容量研究而言，站間運轉時間與停站時間都是輸入資料，其寬裕時間應依系統的條件以及營運機構的政策來決定，因此本計畫所設定的運轉寬裕時間，主要是針對運轉時隔來設定。如前所述，運轉寬裕時間的會受到很多因素的影響，沒有一致的設定標準，但一般而言，平均運轉時隔越大時，其對應的變異也越大，故本計畫認為運轉寬裕時間應與平均運轉時隔呈一定的比例，該比例即定義為運轉寬裕時間係數。

3.6 演算流程

本模式對於處理列車抵達與離開場站的模擬過程，演算流程較為複雜，故本節先說明整體流程，再說明各事件的處理流程，最後再舉一範例讓讀者了解模式運作過程。

3.6.1 整體流程

圖 3.6-1 為模擬列車抵達與離開場站的整體流程，係以「逐列車」的方式來進行。首先依模擬列車數產生足夠數量的列車建立列車清單，而清單中每一列車的車種，則以下式所計算出的機率來隨機決定。

$$P_{\tau} = \frac{n_{\tau}}{\sum n_{\tau}} \quad (0.1)$$

式中： P_{τ} = 第 τ 種列車的出現機率

n_{τ} = 交通組成中第 τ 種列車所占的比例

接著便依序從列車清單中取出一列車抵達場站，此時若該列車有多條行駛路徑，則根據這些行駛路徑被其他列車使用的狀況，選擇可讓列車最早抵達場站的路徑。假如同時有多條行駛路徑都可讓列車最早抵達，則會以每條行駛路徑的機率都相同的前提下，隨機選擇其中一條路徑。一旦選定了行駛路徑便不會再更改，也表示決定了該列車抵達與離開場站所使用的進路。

選定行駛路徑後，則根據該路徑之先行列車離站的時間，來預估列車抵達事件的時間，亦即讓列車先緊接著先行列車離站後抵達場站。而列車離開事件的時間，則是將所預估的抵達事件時間，加上列車的站內停靠時間來估算。

然後將列車的抵達事件和離開事件放入等候清單中，並將清單內的事件依照時間先後排序，接下來則依第 3.6.2 小節所述之流程處理清單內的事件。

反覆進行此程序，直到列車清單中所有列車都被取出後，同樣以第 3.6.2 小節之流程，處理完等候清單內剩餘的事件，便完成整個流程。

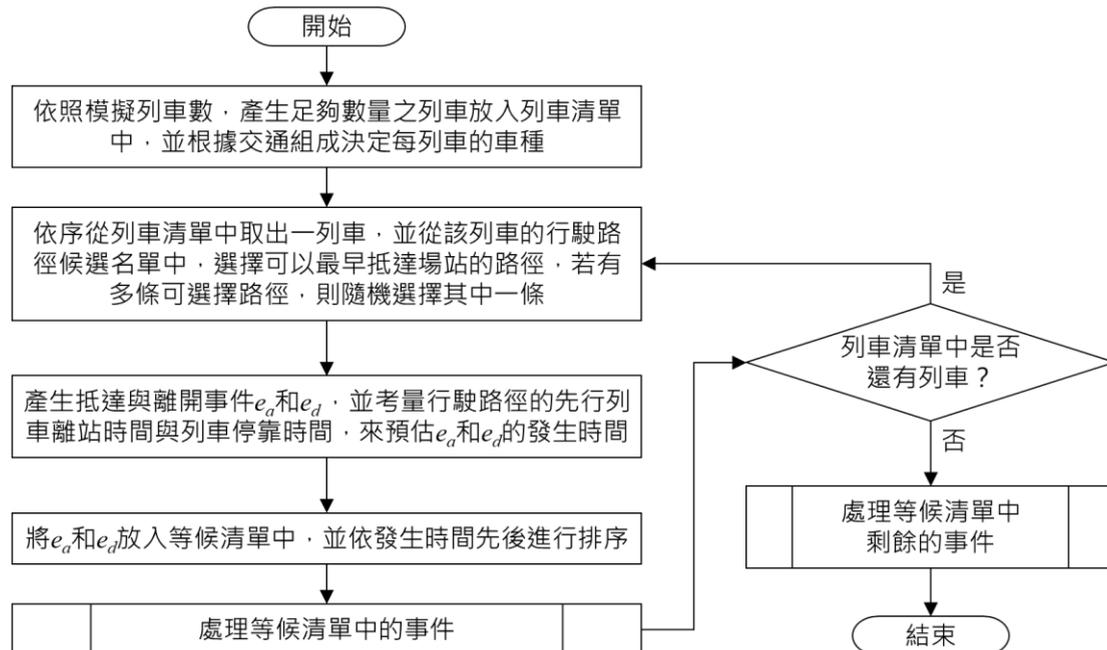


圖 3.6-1 模擬列車抵達與離開場站之整體流程

3.6.2 事件處理流程

第 3.6.1 小節之整體流程僅先預估每列車抵達和離開事件的時間，進入本小節的事件處理流程中才會決定其時間，並更新系統內的狀態。

事件的處理流程如圖 3.6-2 所示，係依照事件的時間先後依序處理，針對每一事件，會根據目前系統內各進路被列車使用的狀況，調整該事件的時間，使之與其他列車都保持足夠的號誌安全時距。若該事件為抵達事件，還必須從等候清單中找到其對應之離開事件，更新該離開事件的時間，使列車有足夠的站內停靠時間，同時必須重新排序清單內的事件，維持其時間先後順序。

若列車沒有停靠場站，則有另一處理程序。因為通過列車於場站內沒有停靠時間，其抵達事件和離開事件的時間應相同，所以會從等候清單中將該列車的抵達和離開事件取出，同時調整其時間，使之與系統中各進路的其他列車都保持足夠的號誌安全時距。

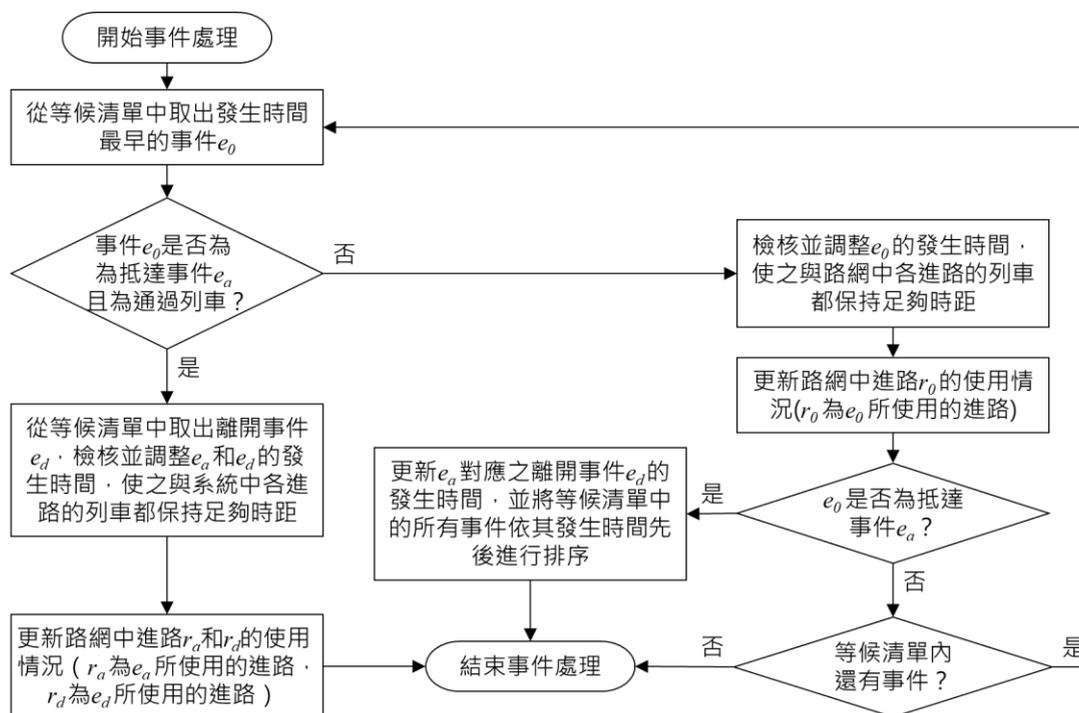


圖 3.6-2 事件處理流程

由於列車抵達場站後，依作業不同，例如載客、整備或清車等，會有不同停靠時間，但此時其他列車仍然可持續進站，故本流程會在處理完剛放

入之列車的抵達事件後告一段落，回到整體流程讓下一列車抵達場站，而等候清單內剩下的事件，會在下次進入本流程時繼續處理。

3.6.3 演算過程範例

本小節以末端站做為範例來展示演算過程，如圖 3.6-3 所示，末端站之月臺與軌道配置為一島式月臺兩股道，僅一種車種，列車可交替使用兩股道，在抵達末端站後，完成整備即可離站繼續下一趟車次。

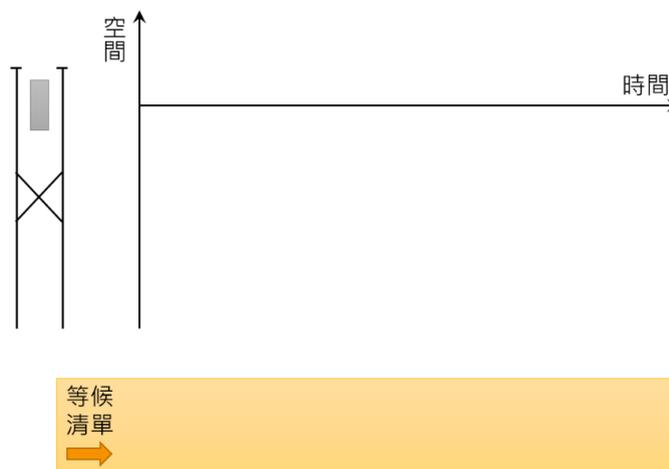


圖 3.6-3 演算範例

首先第一列車抵達末端站，並選擇左邊的股道停靠，其抵達進路 $r_{a,1}$ 、離開進路 $r_{d,1}$ 、抵達事件 $e_{a,1}$ 與離開事件 $e_{d,1}$ ，如圖 3.6-4 所示，由於目前系統中沒有其他列車，故列車抵達事件的預估時間為最早可進入系統的時間，而離開事件的預估時間為列車的抵達事件時間加上折返整備時間，並將兩事件依時間先後放入等候清單中。

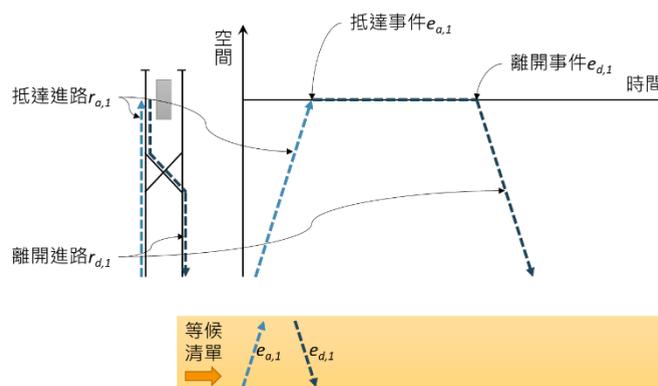


圖 3.6-4 演算過程展示 1

接著取出等候清單中最早發生的事件，亦即第一列車的抵達事件，因系統中沒有其他列車影響，因此第一列車可依其預估時間抵達場站，如圖 3.6-5 所示。由於已經處理完剛放入之列車的抵達事件，事件處理流程暫時告一段落，繼續加入第二列車。

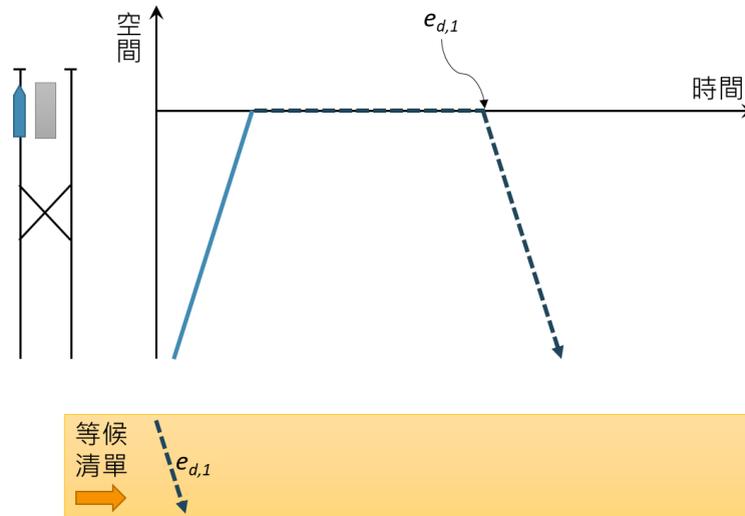


圖 3.6-5 演算過程展示 2

第二列車抵達末端站時，由於左邊股道已被第一列車使用，故選擇右邊的股道停靠能較早抵達場站，如圖 3.6-6 所示，並預估列車抵達事件 $e_{a,2}$ 的時間和離開事件 $e_{d,2}$ 的時間，並將兩事件放入等候清單中依時間先後排序，然後進入事件處理流程。

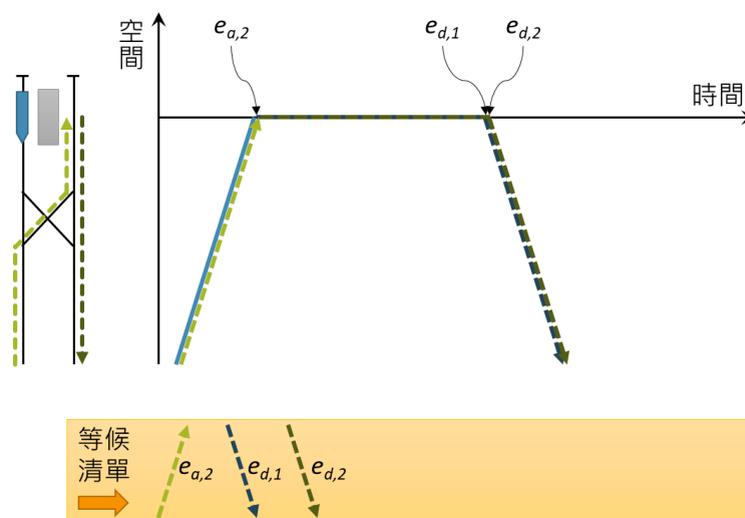


圖 3.6-6 演算過程展示 3

此時等候清單中最早的事件為第二列車的抵達事件，取出後進行檢核，發現該事件與第一列車抵達事件之間的號誌安全時距不足，因此調整第二列車抵達事件的時間，使之與第一列車保持不同股道進站的號誌安全時距，如圖 3.6-7 所示，同時一併調整第二列車離開事件的預估時間，使其折返整備時間足夠。在處理完剛放入之第二列車的抵達事件後，便可繼續加入下一列車。

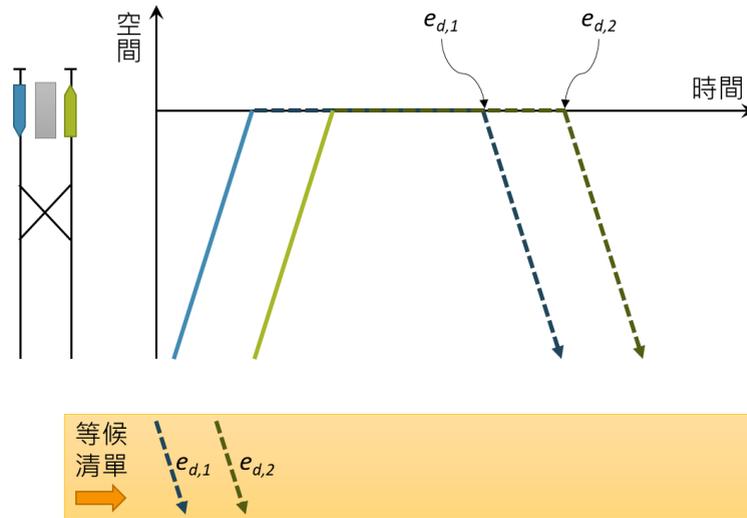


圖 3.6-7 演算過程展示 4

目前末端站內的兩股道皆被列車使用，但左邊的第一列車較早離開，因此第三列車選擇左邊的股道抵達末端站，如圖 3.6-8 所示，預估第三列車抵達事件 $e_{a,3}$ 的時間為緊接在第一列車離開事件之後，並依折返整備時間預估其離開事件 $e_{d,3}$ 的時間，然後將兩事件放入等候清單中依時間先後排序。

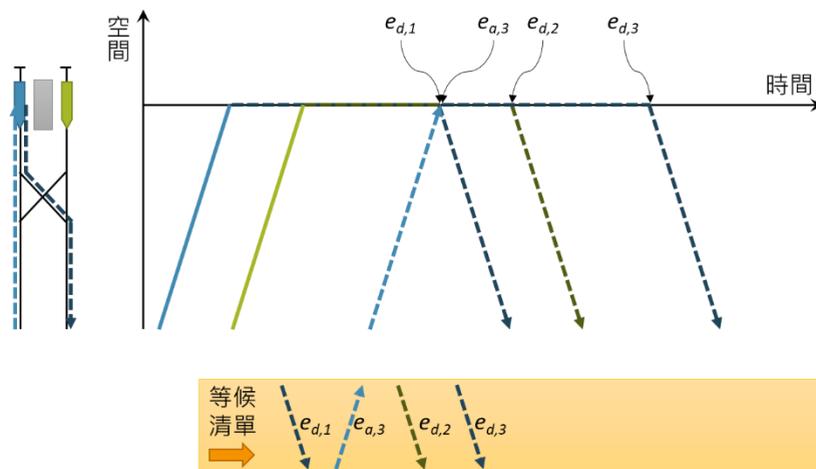


圖 3.6-8 演算過程展示 5

在事件處理流程中，取出等候清單中最早的事件為第一列車的離開事件，經過檢核後發現該事件與其他列車皆保持足夠時距，因此第一列車可依其預定的時間離開場站，如圖 3.6-9 所示。由於還沒處理剛放入之第三列車的抵達事件，因此要繼續進行事件處理流程。

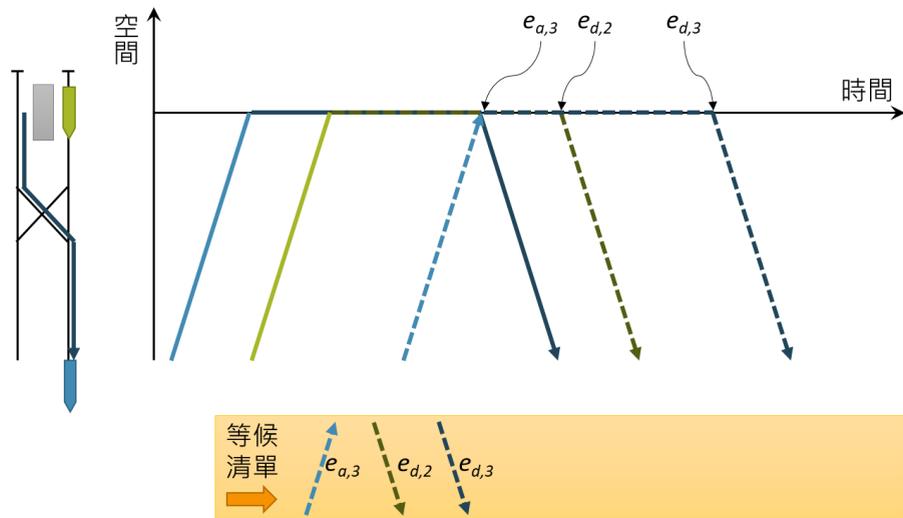


圖 3.6-9 演算過程展示 6

從圖 3.6-9 可知，接下來從等候清單取出最早的事件為第三列車的抵達事件，經過檢核，可發現第三列車抵達事件與第一列車離開事件之間號誌安全時距不足，因此調整第三列車抵達事件的時間後，如圖 3.6-10 所示，同時也一併調整第三列車離開事件的預估時間，使其折返整備時間足夠。

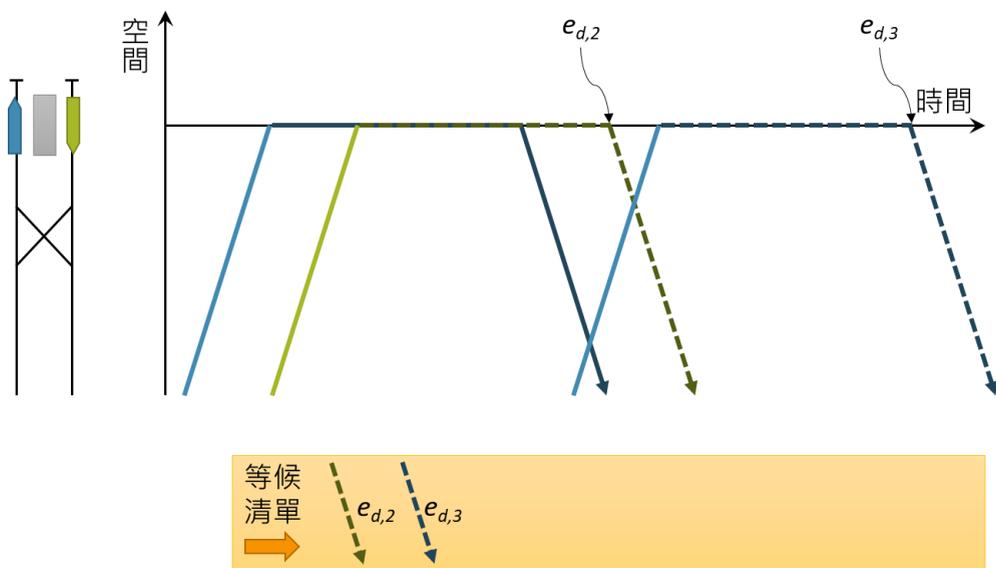


圖 3.6-10 演算過程展示 7

處理完第三列車的抵達事件後，繼續加入第四列車，根據股道使用的狀況，第四列車選擇右邊的股道可以較早抵達末端站，如圖 3.6-11 所示，預估其抵達事件 $e_{a,4}$ 的時間為緊接在第二列車離開事件之後，並依折返整備時間預估離開事件 $e_{d,4}$ 的時間，然後將兩事件放入等候清單中依時間先後排序，進入事件處理流程。

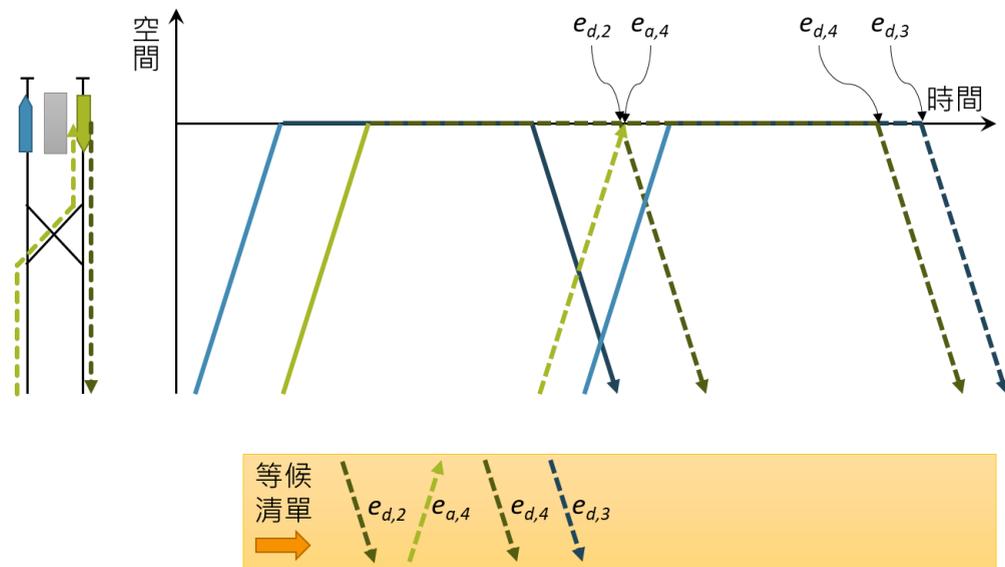


圖 3.6-11 演算過程展示 8

取出等候清單中最早的事件為第二列車的離開事件，經過檢核後發現該事件與其他列車皆保持足夠時距，因此可依其預定的時間離開場站，如圖 3.6-12 所示。

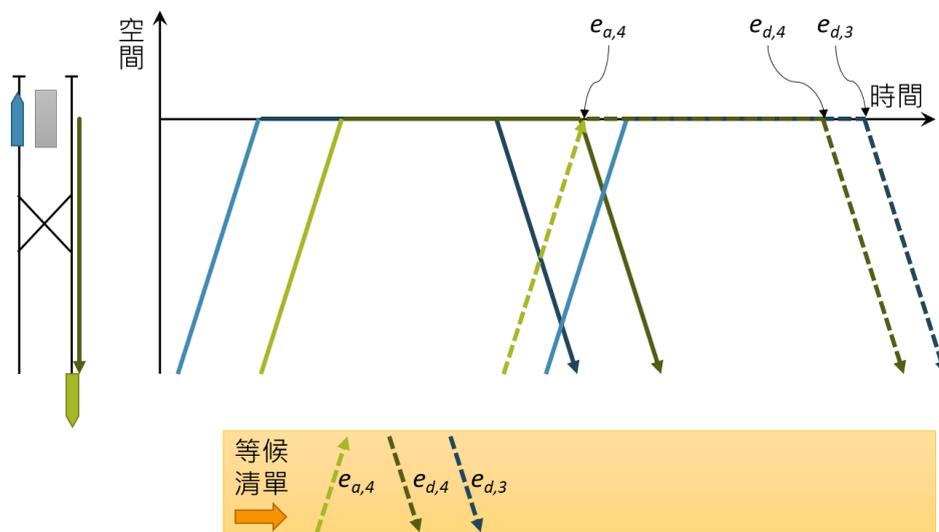


圖 3.6-12 演算過程展示 9

接著繼續從等候清單取出的事件為第四列車的抵達事件，經檢核可發現其與第二列車離開事件之間號誌安全時距不足，因此調整第四列車抵達事件的時間後，如圖 3.6-13 所示，同時為了讓折返整備時間足夠，也一併調整其離開事件的預估時間，值得注意的是，此時第四列車離開事件的時間已經比第三列車離開事件的時間還晚，必須將等候清單中的事件依時間先後排序。

如此持續地依流程進行後續的模擬，直到所有列車都處理完後，便能根據各列車離開事件的時間，來評估此場站之容量。

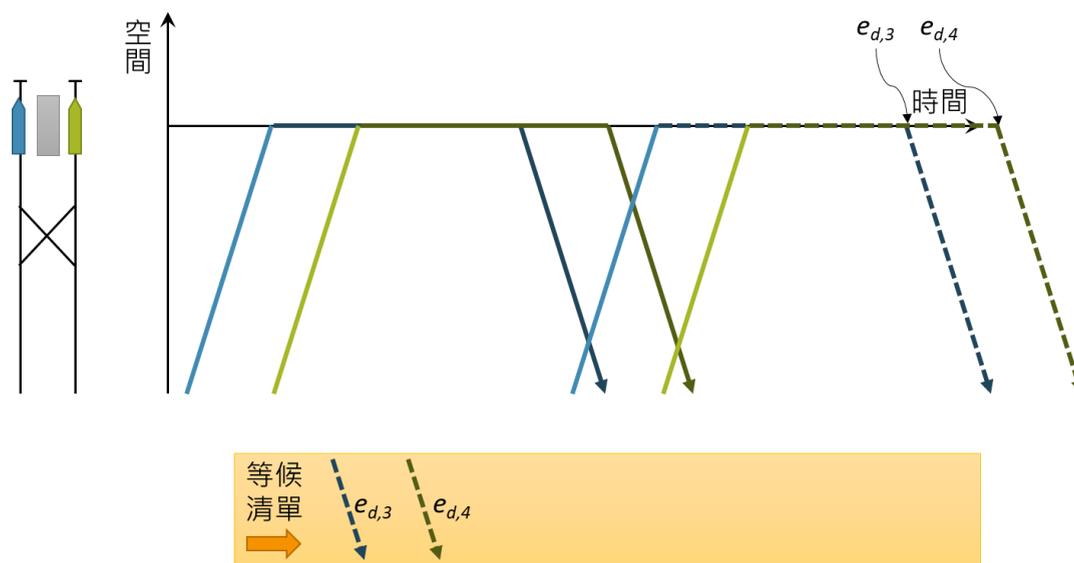


圖 3.6-13 演算過程展示 10

3.7 平均運轉時隔與場站容量計算

由第 3.6 節介紹之流程可知，在模式進行模擬之初，場站內完全無列車，隨著列車陸續抵達，場站內的軌道才開始被使用，此為暖機階段。直到接近飽和的情況，幾乎是列車從場站內一股道離開後，下一列車就抵達並使用同一股道。而到了接近模擬結束之際，場站內列車數量逐漸減少且有閒置軌道，直到所有列車皆離站為止，此為冷機階段。顯而易見，在暖機與冷機階段時，列車密度較低，因此必須扣除此兩階段，僅根據如圖 3.7-1 所示之時間範圍，來計算容量才不至於低估。

經本計畫進行多次案例測試後，發現模擬約數十列車後，皆可從暖機階段到達接近飽和狀態，而從最後數十列車開始，場站內開始有閒置軌道，因此本模式將前後 100 列車不計入分析範圍，然後針對一個列車運行方向，以下列公式來求取平均運轉時隔與場站容量。

$$\bar{h}_a = \frac{t_a(n_a) - t_a(1)}{n_a - 1} \times (1 + \beta) \quad (0.2)$$

$$\bar{h}_d = \frac{t_d(n_d) - t_d(1)}{n_d - 1} \times (1 + \beta) \quad (0.3)$$

$$C_{s,a} = \frac{3600}{\bar{h}_a} \quad (0.4)$$

$$C_{s,d} = \frac{3600}{\bar{h}_d} \quad (0.5)$$

式中： \bar{h}_a =列車進站的平均運轉時隔 (s)

$t_a(n_a)$ =時間範圍內最後一個抵達事件的時間 (s)

$t_a(1)$ =時間範圍內第一個抵達事件的時間 (s)

n_a =在時間範圍內抵達場站的列車數量

β =運轉寬裕時間係數

\bar{h}_d =列車離站的平均運轉時隔 (s)

$t_d(n_d)$ =時間範圍內最後一個離開事件的時間 (s)

$t_d(1)$ =時間範圍內第一個離開事件的時間 (s)

n_d =在時間範圍內離開場站的列車數量

$C_{s,a}$ =列車進站的場站容量 (TU/h)

$C_{s,d}$ =列車離站的場站容量 (TU/h)

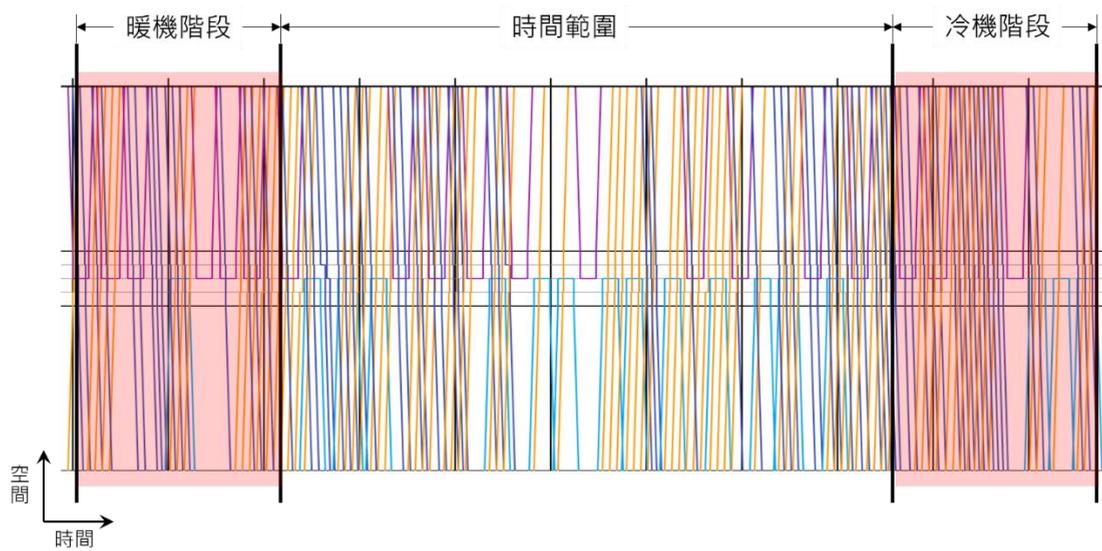


圖 3.7-1 評估場站容量時間範圍示意圖



第四章 案例分析

本計畫根據第三章所建構之模式，以 C# 撰寫程式來進行場站容量分析。本章首先針對末端站、編組站和中間折返站設計測試案例，以確認模式運作是否正確，並檢視是否有忠實反映各項參數之影響，然後以臺鐵做為應用案例之對象，分析基隆、蘇澳、樹林、花蓮和新竹等場站之容量。

4.1 測試案例

4.1.1 末端站測試範例

圖 4.1-1 為本計畫所設計的末端站測試範例之軌道布置，站內共有四股軌道供列車停靠與折返整備使用，站外軌道採複線運轉，為了便於區分，站內軌道分別用編號 1~4 稱呼，站外軌道則為下行軌和上行軌。

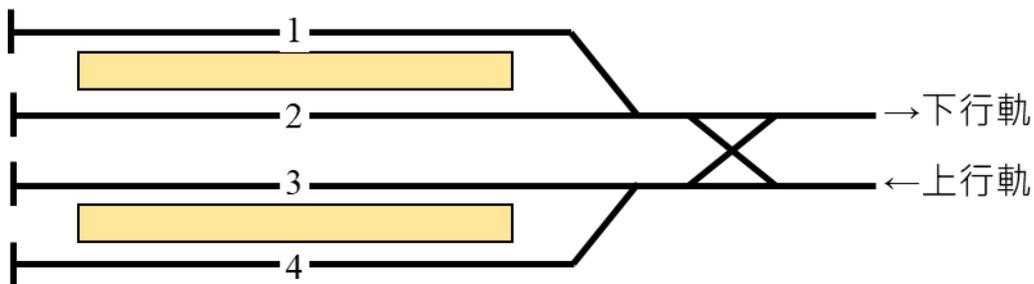


圖 4.1-1 末端站測試範例之軌道布置情形

1. 輸入參數設定

有關本測試範例的輸入參數設定如下：

(1) 進路

根據圖 4.1-1 之軌道布置與列車使用軌道的方式，本測試範例共有 4 條抵達進路以及 4 條離開進路，各進路的起始端點與結束端點整理如表 4.1-1。

表 4.1-1 末端站測試範例之進路設定

進路名稱	進路起始端點	進路結束端點	示意圖
抵達進路 a	上行軌	站內軌 1	
抵達進路 b	上行軌	站內軌 2	
抵達進路 c	上行軌	站內軌 3	
抵達進路 d	上行軌	站內軌 4	
離開進路 a	站內軌 1	下行軌	
離開進路 b	站內軌 2	下行軌	
離開進路 c	站內軌 3	下行軌	
離開進路 d	站內軌 4	下行軌	

(2) 行駛路徑

從表 4.1-1 之抵達與離開進路設定，共可組合出 4 條行駛路徑，各行駛路徑的抵達進路與離開進路整理如表 4.1-2。

表 4.1-2 末端站測試範例之行駛路徑設定

行駛路徑名稱	抵達進路名稱	離開進路名稱	示意圖
行駛路徑 A	抵達進路 a	離開進路 a	
行駛路徑 B	抵達進路 b	離開進路 b	
行駛路徑 C	抵達進路 c	離開進路 c	
行駛路徑 D	抵達進路 d	離開進路 d	

(3) 交通組成與站內停靠時間

本測試範例僅考慮一種車種，可使用表 4.1-2 之 4 條行駛路徑進出場站，而在抵達末端站時需進行折返整備，站內停靠時間包含旅客下車 1 分鐘、折返整備 13 分鐘以及旅客上車 1 分鐘，共計 15 分鐘（900 秒）。

(4) 號誌安全時距

本測試範例將號誌安全時距用以下分類來設定數值，綜整各進路之間的號誌安全時距設定如表 4.1-3 所示。

- ① 不同股道進站的時距設為 180 秒。
- ② 不同股道離站的時距設為 180 秒。
- ③ 平面交叉先離站後進站的時距設為 300 秒。
- ④ 平面交叉先進站後離站的時距設為 30 秒。

其中重疊關係進路的時距設定上（亦即表 4.1-2 中之對角線，先續行列車為相同進路），若兩重疊進路皆為抵達進路，則需考量先行列車停靠時間，並在先行列車離開場站後，續行列車才能進站，故此時距的計算為站內停靠時間 900 秒，加上平面交叉先離站後進站的時距 300 秒；而離開進路也是類似的情況，在先行列車離開場站後，續行列車才能進站，並且經過站內停靠時間後，續行列車才能離站，故此時

距的計算為平面交叉先離站後進站的時距 300 秒，加上站內停靠時間 900 秒。至於其他時距，則是參考臺鐵排點常用的數值來進行設定。

表 4.1-3 末端站測試範例之號誌安全時距設定

先行 \ 續行	抵達 進路 a	抵達 進路 b	抵達 進路 c	抵達 進路 d	離開 進路 a	離開 進路 b	離開 進路 c	離開 進路 d
抵達進路 a	1200	180	180	180	-	30	30	30
抵達進路 b	180	1200	180	180	30	-	30	30
抵達進路 c	180	180	1200	180	-	-	-	30
抵達進路 d	180	180	180	1200	-	-	30	-
離開進路 a	300	300	-	-	1200	180	180	180
離開進路 b	300	300	-	-	180	1200	180	180
離開進路 c	300	300	300	300	180	180	1200	180
離開進路 d	300	300	300	300	180	180	180	1200

註：重疊進路（先/續行列車為相同進路）時距之計算方式：

1. 皆為抵達進路：先行列車停靠時間+先行列車離站至續行列車進站之時距。
2. 皆為離開進路：先行列車離站至續行列車進站之時距+續行列車停靠時間。

2. 場站容量分析結果

本測試範例以 2,000 列模擬列車數，並分別用 10 組不同的亂數種子進行分析後，在不考慮運轉寬裕的情況下，列車進站與離站的平均運轉時隔皆為 299.9 秒，場站容量為 12.00 列車/小時。

圖 4.1-2 圖 4.1-2 為根據模式所模擬的列車抵達與離開場站的時間，所繪製而成的時空圖。可發現列車有充分交替使用 4 條站內軌道，並都停靠了整備所需的時間後才離站，此外，列車之間沒有衝突，且都有保持足夠的號誌安全時距，顯示本模式確實遵循列車運轉基本規則來運作。

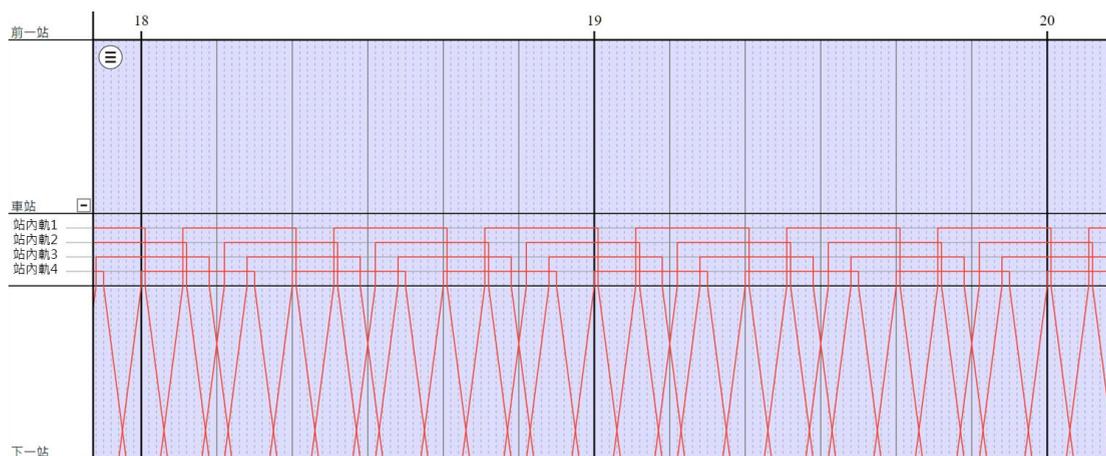


圖 4.1-2 末端站測試範例分析結果之時空圖片段

4.1.2 編組站測試範例

本計畫針對編組站所設計的測試範例之軌道布置如圖 4.1-3 所示，站內共有 4 股軌道供列車使用，站外軌道採複線運轉，為了便於區分，站內軌道分別用編號 1~4 稱呼，站外軌道則為北端的下行軌和上行軌，以及南端的下行軌和上行軌，此外還有 1 股進出調車場的軌道。

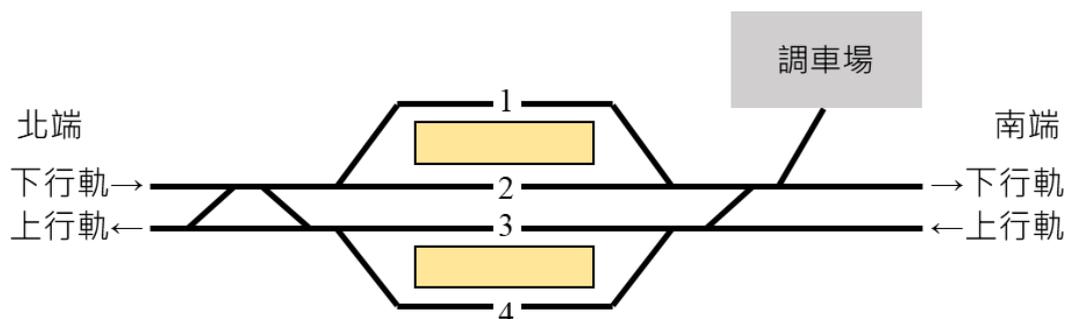


圖 4.1-3 編組站測試範例之軌道布置情形

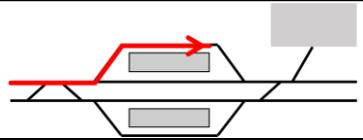
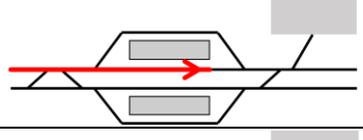
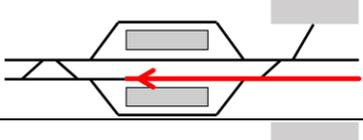
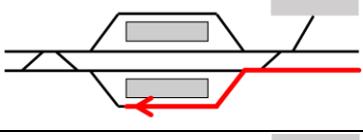
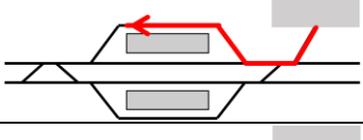
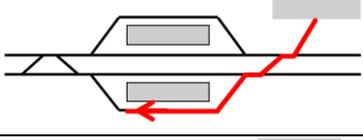
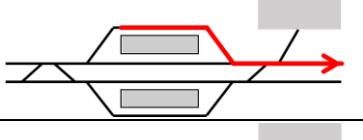
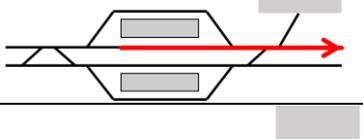
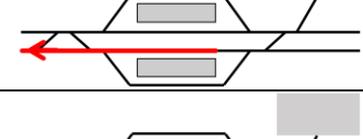
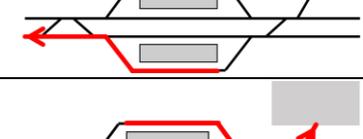
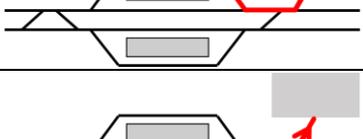
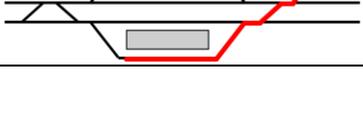
1. 輸入參數設定

有關本測試範例的輸入參數設定如下：

(1) 進路

在圖 4.1-3 中，進出調車場之列車僅使用副正線（亦即站內軌 1 和 4），故本測試範例共有 6 條抵達進路以及 6 條離開進路，各進路的起始端點與結束端點整理如表 4.1-4。

表 4.1-4 編組站測試範例之進路設定

進路名稱	進路起始端點	進路結束端點	示意圖
抵達進路 a	北端下行軌	站內軌 1	
抵達進路 b	北端下行軌	站內軌 2	
抵達進路 c	南端上行軌	站內軌 3	
抵達進路 d	南端上行軌	站內軌 4	
抵達進路 e	調車場	站內軌 1	
抵達進路 f	調車場	站內軌 4	
離開進路 a	站內軌 1	南端下行軌	
離開進路 b	站內軌 2	南端下行軌	
離開進路 c	站內軌 3	北端上行軌	
離開進路 d	站內軌 4	北端上行軌	
離開進路 e	站內軌 1	調車場	
離開進路 f	站內軌 4	調車場	

(2) 行駛路徑

根據表 4.1-4 之進路設定，本測試範例組合出 8 條行駛路徑，各行駛路徑的抵達進路與離開進路整理如表 4.1-5。

表 4.1-5 編組站測試範例之行駛路徑設定

行駛路徑名稱	抵達進路名稱	離開進路名稱	示意圖
行駛路徑 A	抵達進路 a	離開進路 a	
行駛路徑 B	抵達進路 a	離開進路 e	
行駛路徑 C	抵達進路 b	離開進路 b	
行駛路徑 D	抵達進路 c	離開進路 c	
行駛路徑 E	抵達進路 d	離開進路 d	
行駛路徑 F	抵達進路 d	離開進路 f	
行駛路徑 G	抵達進路 e	離開進路 a	
行駛路徑 H	抵達進路 f	離開進路 d	

(3) 交通組成與站內停靠時間

本測試範例考慮 3 種車種：中途停站（占 60%）、終點列車（占 20%）和始發列車（占 20%），上下行平均分布，有關各車種之行駛路徑，以及載客、清車或整備所需的站內停靠時間，整理如表 4.1-6 所示。

表 4.1-6 編組站測試範例之交通組成與站內停靠時間設定

運行方向	車種名稱	組成比例	行駛路徑	站內停靠時間
下行	中途停站	30%	行駛路徑 A 行駛路徑 C	旅客上下車 1 分鐘 (60 秒)
	終點列車	10%	行駛路徑 B	旅客下車 1 分鐘 +清車 2 分鐘 共計 3 分鐘 (180 秒)
	始發列車	10%	行駛路徑 G	整備 9 分鐘 +旅客上車 1 分鐘 共計 10 分鐘 (600 秒)
上行	中途停站	30%	行駛路徑 D 行駛路徑 E	旅客上下車 1 分鐘 (60 秒)
	終點列車	10%	行駛路徑 F	旅客下車 1 分鐘 +清車 2 分鐘 共計 3 分鐘 (180 秒)
	始發列車	10%	行駛路徑 H	整備 9 分鐘 +旅客上車 1 分鐘 共計 10 分鐘 (600 秒)

(4) 號誌安全時距

本測試範例根據臺鐵在營運規劃上的慣例，將號誌安全時距用以下分類來設定數值，綜整各進路之間的號誌安全時距設定如表 4.1-7~表 4.1-10 所示，其中對於重疊關係進路的時距設定，其計算邏輯與第 4.1.1 小節之案例相同。

- ① 不同股道進站的時距設為 180 秒。
- ② 不同股道離站的時距設為 180 秒。
- ③ 同股道先行車離站至續行車進站的時距設為 240 秒。
- ④ 平面交叉先離站後進站的時距設為 300 秒。
- ⑤ 平面交叉先進站後離站的時距設為 30 秒。
- ⑥ 同向平面交叉的時距設為 120 秒。
- ⑦ 進出調車場的時距設為 60 秒。

表 4.1-7 編組站測試範例之號誌安全時距設定 1

先行 \ 續行	抵達 進路 a 中途 停站	抵達 進路 a 終點 列車	抵達 進路 b	抵達 進路 c	抵達 進路 d 中途 停站	抵達 進路 d 終點 列車	抵達 抵達 進路 e	抵達 抵達 進路 f
抵達進路 a 中途停站	300	300	180	-	-	-	360	-
抵達進路 a 終點列車	420	420	180	-	-	-	240	-
抵達進路 b	180	180	300	-	-	-	-	-
抵達進路 c	-	-	-	300	180	180	-	120
抵達進路 d 中途停站	-	-	-	180	300	300	-	300
抵達進路 d 終點列車	-	-	-	180	480	480	-	240
抵達進路 e	840	840	-	-	-	-	900	180
抵達進路 f	-	-	-	120	840	840	180	840

註：重疊進路（先/續行列車為相同進路）時距之計算方式：

1. 皆為抵達進路：先行列車停靠時間+先行列車離站至續行列車進站之時距。
2. 皆為離開進路：先行列車離站至續行列車進站之時距+續行列車停靠時間。

表 4.1-8 編組站測試範例之號誌安全時距設定 2

先行 \ 續行	抵達 進路 a 中途 停站	抵達 進路 a 終點 列車	抵達 進路 b	抵達 進路 c	抵達 進路 d 中途 停站	抵達 進路 d 終點 列車	抵達 抵達 進路 e	抵達 抵達 進路 f
離開進路 a 中途停站	240	240	-	-	-	-	300	300
離開進路 a 始發列車	240	240	-	-	-	-	300	300
離開進路 b	-	-	240	-	-	-	300	300
離開進路 c	-	-	-	240	-	-	-	-
離開進路 d 中途停站	-	-	-	-	240	240	-	240
離開進路 d 始發列車	-	-	-	-	240	240	-	240
離開進路 e	240	240	-	-	-	-	60	60
離開進路 f	-	-	-	300	300	300	60	60

註：重疊進路（先/續行列車為相同進路）時距之計算方式：

1. 皆為抵達進路：先行列車停靠時間+先行列車離站至續行列車進站之時距。
2. 皆為離開進路：先行列車離站至續行列車進站之時距+續行列車停靠時間。

表 4.1-9 編組站測試範例之號誌安全時距設定 3

先行 \ 續行	離開 進路 a 中途 停站	離開 進路 a 始發 列車	離開 進路 b	離開 進路 c	離開 進路 d 中途 停站	離開 進路 d 始發 列車	離開 進路 e	離開 進路 f
抵達進路 a 中途停站	-	-	-	-	-	-	-	-
抵達進路 a 終點列車	-	-	-	-	-	-	-	-
抵達進路 b	-	-	-	-	-	-	-	-
抵達進路 c	-	-	-	-	-	-	-	30
抵達進路 d 中途停站	-	-	-	-	-	-	-	-
抵達進路 d 終點列車	-	-	-	-	-	-	-	-
抵達進路 e	-	-	30	-	-	-	-	30
抵達進路 f	30	30	30	-	-	-	30	-

註：重疊進路（先/續行列車為相同進路）時距之計算方式：

1. 皆為抵達進路：先行列車停靠時間+先行列車離站至續行列車進站之時距。
2. 皆為離開進路：先行列車離站至續行列車進站之時距+續行列車停靠時間。

表 4.1-10 編組站測試範例之號誌安全時距設定 4

先行 \ 續行	離開 進路 a 中途 停站	離開 進路 a 始發 列車	離開 進路 b	離開 進路 c	離開 進路 d 中途 停站	離開 進路 d 始發 列車	離開 進路 e	離開 進路 f
離開進路 a 中途停站	300	900	180	-	-	-	-	120
離開進路 a 始發列車	300	900	180	-	-	-	-	120
離開進路 b	180	180	300	-	-	-	120	120
離開進路 c	-	-	-	300	180	180	-	-
離開進路 d 中途停站	-	-	-	180	300	840	-	-
離開進路 d 始發列車	-	-	-	180	300	840	-	-
離開進路 e	300	660	120	-	-	-	420	180
離開進路 f	120	120	120	-	-	-	180	480

註：重疊進路（先/續行列車為相同進路）時距之計算方式：

1. 皆為抵達進路：先行列車停靠時間+先行列車離站至續行列車進站之時距。
2. 皆為離開進路：先行列車離站至續行列車進站之時距+續行列車停靠時間。

2. 場站容量分析結果

以 2,000 列模擬列車數，並用 10 組不同的亂數種子進行分析之後，在不考慮運轉寬裕的情況下，所求取的平均運轉時隔和場站容量如表 4.1-11 所示。

表 4.1-11 編組站測試範例容量分析結果

方向	下行進站	下行離站	上行進站	上行離站
平均運轉時隔 (秒)	491.4	492.8	495.8	492.8
場站容量 (列車/小時)	7.33	7.31	7.26	7.31

從模式模擬結果所繪製的時空圖來看，如圖 4.1-4 所示，本模式在處理編組站容量時，確實遵循列車運轉基本規則來運作。列車皆依照指定的行駛路徑進出場站，並在站內停靠足夠的時間才離站，同時，列車之間沒有衝突，且都有保持足夠的號誌安全時距。

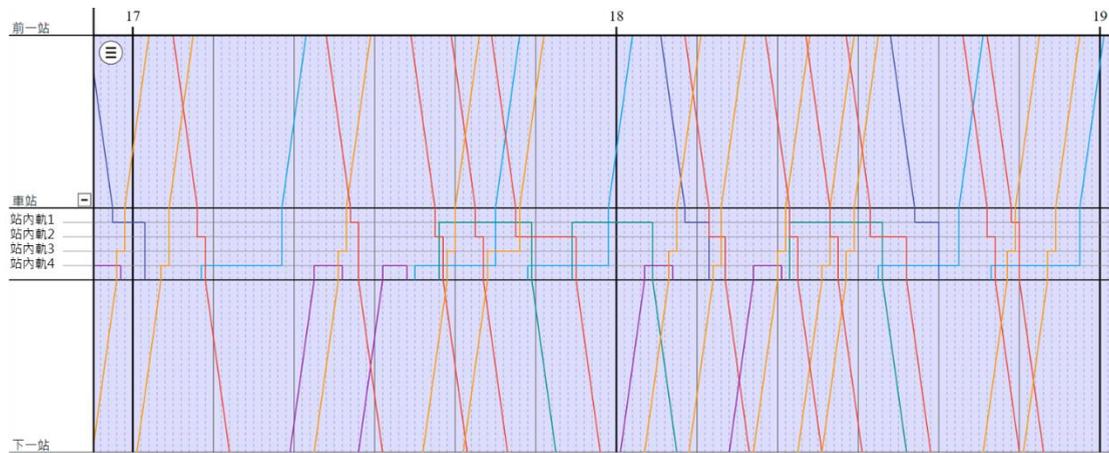


圖 4.1-4 編組站測試範例分析結果之時空圖片段

4.1.3 中間折返站測試範例

本計畫所設計的中間折返站測試範例之軌道布置如圖 4.1-5 所示，站內共有三股軌道供列車使用，站外軌道採複線運轉，為了便於區分，站內軌道分別用編號 1~3 稱呼，站外軌道則為北端的下行軌和上行軌，以及南端的下行軌和上行軌。

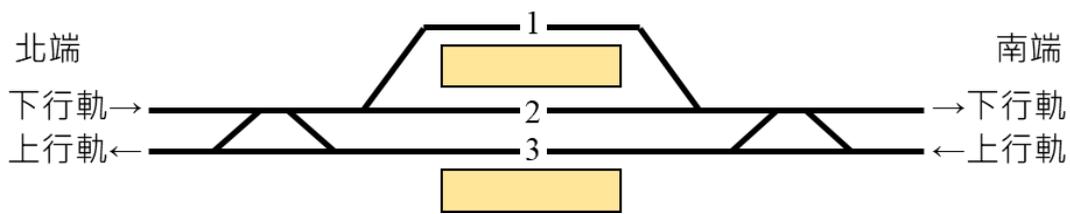


圖 4.1-5 中間折返站測試範例之軌道布置情形

1. 輸入參數

有關本測試範例的輸入參數設定如下：

(1) 進路

圖 4.1-5 中之站內軌 1 和 2 供下行列車使用，其中站內軌 1 亦用來讓列車折返，而站內軌 3 則供上行列車使用，故本測試範例共有 3 條抵達進路以及 4 條離開進路，各進路的起始端點與結束端點整理如表 4.1-12。

表 4.1-12 中間折返站測試範例之進路設定

進路名稱	進路起始端點	進路結束端點	示意圖
抵達進路 a	北端下行軌	站內軌 1	
抵達進路 b	北端下行軌	站內軌 2	
抵達進路 c	南端上行軌	站內軌 3	
離開進路 a	站內軌 1	南端下行軌	
離開進路 b	站內軌 2	南端下行軌	
離開進路 c	站內軌 1	北端上行軌	
離開進路 d	站內軌 3	北端上行軌	

(2) 行駛路徑

依據表 4.1-12 之抵達與離開進路設定，共可組合出 4 條行駛路徑，各行駛路徑的抵達進路與離開進路整理如表 4.1-13。

表 4.1-13 中間折返站測試範例之行駛路徑設定

行駛路徑名稱	抵達進路名稱	離開進路名稱	示意圖
行駛路徑 A	抵達進路 a	離開進路 a	
行駛路徑 B	抵達進路 a	離開進路 c	
行駛路徑 C	抵達進路 b	離開進路 b	
行駛路徑 D	抵達進路 c	離開進路 d	

(3) 交通組成與停靠時間

本測試範例考慮 3 種車種：下行中途停站（占 35%）、下行折返列車（占 30%）和上行中途停站（占 35%），有關各車種之行駛路徑，以及載客、清車或整備所需的站內停靠時間，整理如表 4.1-14 所示。

表 4.1-14 中間折返站測試範例之交通組成與站內停靠時間設定

運行方向	車種名稱	組成比例	行駛路徑	站內停靠時間
下行	中途停站	35%	行駛路徑 A 行駛路徑 C	旅客上下車 1 分鐘 (60 秒)
	折返列車	30%	行駛路徑 B	旅客下車 1 分鐘 +折返整備 13 分鐘 +旅客上車 1 分鐘 共計 15 分鐘 (900 秒)
上行	中途停站	35%	行駛路徑 D	旅客上下車 1 分鐘 (60 秒)

(4) 號誌安全時距

根據臺鐵在營運規劃上的慣例，本測試範例將號誌安全時距用以下分類來設定數值，綜整各進路之間的號誌安全時距設定如表 4.1-15 所示，其中對於重疊關係進路的時距設定，其計算邏輯與第 4.1.1 小節之案例相同。

- ① 不同股道進站的時距設為 180 秒
- ② 不同股道離站的時距設為 180 秒
- ③ 同股道先行車離站至續行車進站的時距設為 240 秒
- ④ 平面交叉先離站後進站的時距設為 300 秒
- ⑤ 平面交叉先進站後離站的時距設為 30 秒

表 4.1-15 中間折返站測試範例之號誌安全時距設定

先行 \ 續行	抵達進路 a 中途 停站	抵達 進路 a 折返 列車	抵達 進路 b	抵達 進路 c	離開 進路 a	離開 進路 b	離開 進路 c	離開 進路 d
抵達進路 a 中途停站	300	300	180	-	-	-	-	-
抵達進路 a 折返列車	1200	1200	180	-	-	-	-	-
抵達進路 b	180	180	300	-	-	-	30	-
抵達進路 c	-	-	-	300	-	-	-	-
離開進路 a	240	240	-	-	300	180	-	-
離開進路 b	-	-	240	-	180	300	-	-
離開進路 c	300	300	300	-	-	-	1200	180
離開進路 d	-	-	-	240	-	-	180	300

2. 場站容量分析結果

用 10 組不同的亂數種子，分別以 2,000 列模擬列車數進行分析之後，在不考慮運轉寬裕的情況下，所求取的平均運轉時隔和場站容量如表 4.1-16 所示，由於北端有列車折返，因此北端下行進站與上行離站的容量，會比南端下行離站和上行進站的容量高。

表 4.1-16 中間折返站測試範例容量分析結果

方向	下行進站	下行離站	上行進站	上行離站
平均運轉時隔 (秒)	576.3	1073.7	1087.5	579.3
場站容量 (列車/小時)	6.25	3.35	3.31	6.21

根據模式模擬的列車抵達與離開場站時間，所繪製的時空圖如圖 4.1-6 所示，顯示本模式在處理中間折返站容量時，有遵循列車運轉基本規則來運作。列車皆依照指定之行駛路徑進出場站，並在站內停靠足夠的時間才離站，而且列車之間沒有衝突，都有保持足夠的號誌安全時距。

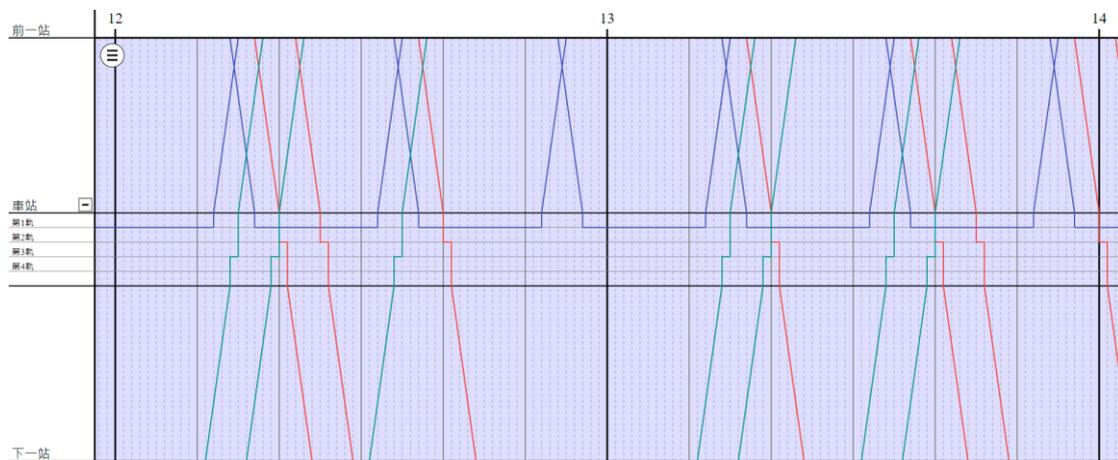


圖 4.1-6 中間折返站測試範例分析結果之時空圖片段

4.2 應用案例

目前臺鐵的末端站、編組站與中間折返站等類型的車站如表 4.2-1 所示，本計畫針對臺鐵主線上僅有的兩座末端站—基隆站和蘇澳站、目前容量最吃緊的編組站—樹林站和花蓮站，以及最繁忙的中間折返站—新竹站，透過所發展之模式實際應用於分析這五座車站的場站容量，每個案例皆是以 10 組不同的亂數種子進行 10 回合的分析，每回合的模擬列車數皆為 2,000 列，最後求取平均的運轉時隔與場站容量。

表 4.2-1 臺鐵末端站、編組站、中間折返站分類表

類型	車站
末端站	基隆、蘇澳
編組站	樹林、七堵、花蓮、臺東、潮州、嘉義、彰化、北湖
中間折返站	新竹、新左營、臺南、苗栗、枋寮、后里、豐原、宜蘭、善化、屏東

註：中間折返站僅列出每日列車折返數量最多的前 10 座車站

此外，在運轉寬裕時間係數的校估方面，因為本計畫所計算的為實用容量，代表列車排點所能安排的班次密度上限，故根據臺鐵公司認為在號誌常綠下最多可開行的列車數，與容量計算結果相比，嘗試找出一個適當的運轉寬裕時間係數。

4.2.1 基隆站

臺鐵基隆站屬一等站及縱貫線之末端站，列車北上抵達本站後即轉為南下列車繼續服務，每日上下行共停靠 121 班次。本站配置有四個月臺面的末端式月臺，並於站前配置折返橫渡線，如圖 4.2-1 所示，其中只有西副正線的軌道長度足以供推拉式自強號停靠，其餘軌道則供區間車停靠。為了便於說明，站內軌道分別用編號 1~4 稱呼，站外軌道則為下行軌和上行軌，如圖 4.2-2 所示。

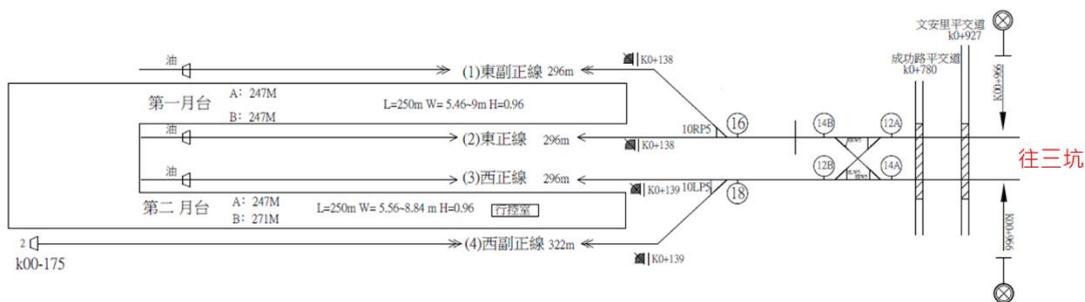


圖 4.2-1 臺鐵基隆站之軌道布置情形

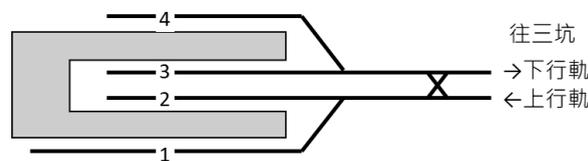


圖 4.2-2 臺鐵基隆站之軌道布置簡圖

1. 輸入參數設定

有關基隆站的輸入參數，係根據臺鐵目前營運狀況來進行設定，分別說明如下：

(1) 進路

基隆站有四條抵達進路與四條離開進路，各進路的起始端點與結束端點整理如表 4.2-2。

表 4.2-2 基隆站案例之進路設定

進路名稱	進路起始端點	進路結束端點	示意圖
抵達進路 a	上行軌	站內軌 1	
抵達進路 b	上行軌	站內軌 2	
抵達進路 c	上行軌	站內軌 3	
抵達進路 d	上行軌	站內軌 4	
離開進路 a	站內軌 1	下行軌	
離開進路 b	站內軌 2	下行軌	
離開進路 c	站內軌 3	下行軌	
離開進路 d	站內軌 4	下行軌	

(2) 行駛路徑

從表 4.2-2 之進路設定，共可組合出四條行駛路徑，各行駛路徑的抵達進路與離開進路整理如表 4.2-3。

表 4.2-3 基隆站案例之行駛路徑設定

行駛路徑名稱	抵達進路名稱	離開進路名稱	示意圖
行駛路徑 A	抵達進路 a	離開進路 a	
行駛路徑 B	抵達進路 b	離開進路 b	
行駛路徑 C	抵達進路 c	離開進路 c	
行駛路徑 D	抵達進路 d	離開進路 d	

(3) 交通組成與站內停靠時間

根據臺鐵公告的時刻表，基隆站的交通組成有自強號與區間車兩種，其組成比例、行駛路徑以及整備所需的站內停靠時間，整理如表 4.2-4 所示。

表 4.2-4 基隆站案例之交通組成與站內停靠時間設定

車種名稱	組成比例	行駛路徑	站內停靠時間 (包含旅客上下車、清車與整備)
自強號	20%	行駛路徑 A	15 分鐘 (900 秒)
區間車	80%	行駛路徑 B 行駛路徑 C 行駛路徑 D	12 分鐘 (720 秒)

(4) 號誌安全時距

有關本案例的號誌安全時距參數，係根據臺鐵公司在營運規劃作業時所採用的數值來設定，綜整各進路之間的號誌安全時距設定如表 4.2-5 所示。

表 4.2-5 基隆站案例之號誌安全時距設定

續行 先行	抵達 進路 a	抵達 進路 b	抵達 進路 c	抵達 進路 d	離開 進路 a	離開 進路 b	離開 進路 c	離開 進路 d
抵達進路 a	1380	360	360	360	-	30	-	-
抵達進路 b	360	1200	360	360	30	-	-	-
抵達進路 c	360	360	1200	360	30	30	-	30
抵達進路 d	360	360	360	1200	30	30	30	-
離開進路 a	480	480	480	480	1380	360	360	360
離開進路 b	480	480	480	480	360	1200	360	360
離開進路 c	-	-	480	480	360	360	1200	360
離開進路 d	-	-	480	480	360	360	360	1200

2. 場站容量分析結果

依照不同的運轉寬裕時間係數設定，基隆站的平均運轉時隔與場

站容量如表 4.2-6 所示。根據臺鐵公司表示，目前列車在號誌常綠下運轉的前提下，基隆站每小時最多約可開行 6 列車，經與表 4.2-6 之結果比對，顯示運轉寬裕時間係數應小於 0.125。

表 4.2-6 不同運轉寬裕時間係數之基隆站容量表現

運轉寬裕係數		0	0.025	0.05	0.075	0.1	0.125	0.15
平均運轉 時隔 (秒)	進站	534.9	548.2	561.6	575.0	588.3	601.7	615.1
	離站	534.6	548.0	561.3	574.7	588.1	601.4	614.8
場站容量 (列車/小時)	進站	6.73	6.57	6.41	6.26	6.12	5.98	5.85
	離站	6.73	6.57	6.41	6.26	6.12	5.99	5.86

進一步檢視模擬結果時空圖，如圖 4.2-3 所示，確認本模式有依照輸入參數的設定來進行演算，自強號僅使用西副正線進出場站，區間車則使用另外 3 股道進出場站，各列車於站內皆有停靠足夠的時間才離站，且列車之間沒有衝突，並保持足夠的號誌安全時距。

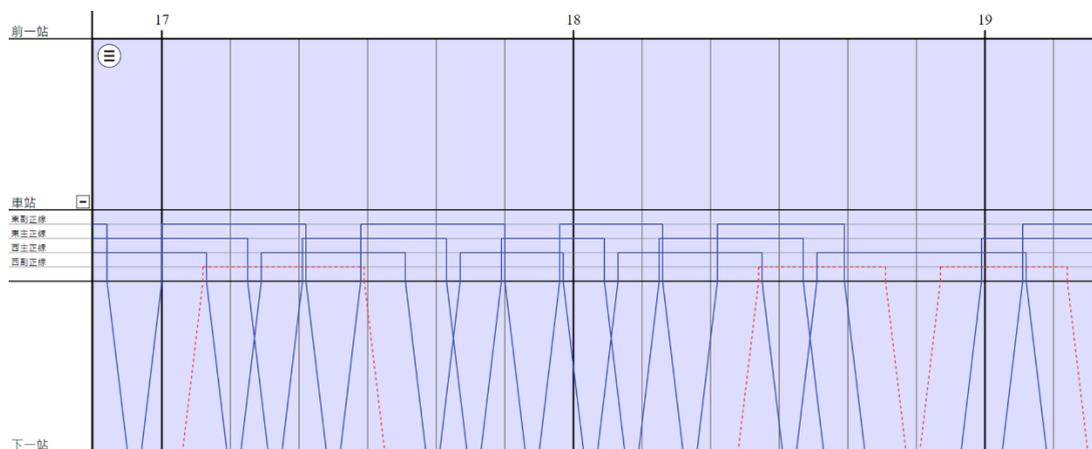


圖 4.2-3 基隆站案例分析結果之時空圖片段

4.2.2 蘇澳站

臺鐵蘇澳站為宜蘭線的終點站，設有 2 個月臺面，並於站前配置折返橫渡線，如圖 4.2-4 所示，其中東主正線的軌道長度可供長編組區間車停靠，另一線的軌道長度則僅能供短編組區間車停靠。為了便於說明，站內軌道分別用編號 1 和 2 稱呼，站外軌道則為下行軌和上行軌，如圖 4.2-5 所示。



圖 4.2-4 臺鐵蘇澳站之軌道布置情形

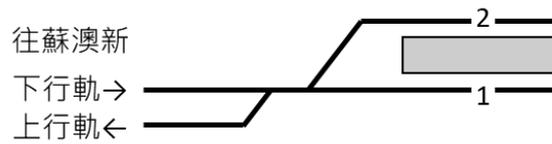


圖 4.2-5 臺鐵蘇澳站之軌道布置簡圖

1. 輸入參數設定

根據臺鐵目前營運狀況，蘇澳站的輸入參數設定如下：

(1) 進路

列車進出蘇澳站有兩條抵達進路與兩條離開進路，各進路之起始端點與結束端點整理如表 4.2-7。

表 4.2-7 蘇澳站案例之進路設定

進路名稱	進路起始端點	進路結束端點	示意圖
抵達進路 a	下行軌	站內軌 1	
抵達進路 b	下行軌	站內軌 2	
離開進路 a	站內軌 1	上行軌	
離開進路 b	站內軌 2	上行軌	

(2) 行駛路徑

根據表 4.2-7 之進路，共可組合出兩條行駛路徑，如表 4.2-8 所示。

表 4.2-8 蘇澳站案例之行駛路徑設定

行駛路徑名稱	抵達進路名稱	離開進路名稱	示意圖
行駛路徑 A	抵達進路 a	離開進路 a	
行駛路徑 B	抵達進路 b	離開進路 b	

(3) 交通組成與停靠時間

蘇澳站僅有區間車停靠，但分為長編組與短編組兩種，長編組區間車使用站內軌 1；而短編組區間車使用站內軌 2，兩種列車之組成比例、行駛路徑以及整備所需的站內停靠時間，整理如表 4.2-9 所示。

表 4.2-9 蘇澳站案例之交通組成與站內停靠時間設定

車種名稱	組成比例	行駛路徑	站內停靠時間（包含旅客上下車、清車與整備）
長編組區間車	50%	行駛路徑 A	12 分鐘（720 秒）
短編組區間車	50%	行駛路徑 B	12 分鐘（720 秒）

(4) 號誌安全時距

目前臺鐵公司在營運規劃作業時，於蘇澳站各進路間的號誌安全時距設定如表 4.2-10 所示。

表 4.2-10 蘇澳站案例之號誌安全時距設定

先行 \ 續行	抵達進路 a	抵達進路 b	離開進路 a	離開進路 b
	抵達進路 a	1020	300	-	30
抵達進路 b	300	1020	30	-
離開進路 a	300	300	1020	300
離開進路 b	300	300	300	1020

2. 場站容量分析結果

依照不同的運轉寬裕時間係數設定，蘇澳站的平均運轉時隔與場站容量如表 4.2-11 所示。目前蘇澳站於尖峰小時約開行 3 列車，尚未達到最密班次，因為有太多的餘裕，故不適合用來估算運轉寬裕時間係數。

表 4.2-11 不同運轉寬裕時間係數之蘇澳站容量表現

運轉寬裕係數		0	0.025	0.05	0.075	0.1	0.125	0.15
平均運轉 時隔 (秒)	進站	729.4	747.6	765.8	784.1	802.3	820.5	838.8
	離站	729.3	747.5	765.7	784.0	802.2	820.4	838.7
場站容量 (列車/小時)	進站	4.94	4.82	4.70	4.59	4.49	4.39	4.29
	離站	4.94	4.82	4.70	4.59	4.49	4.39	4.29

檢視圖 4.2-6 之模擬結果時空圖，顯示本模式有根據輸入參數的設定來進行演算，長編組區間車僅使用站內軌 1 進出場站，短編組區間車則使用站內軌 2 進出場站，各列車於站內有停靠足夠的時間，且列車之間皆保持足夠的號誌安全時距，沒有衝突。

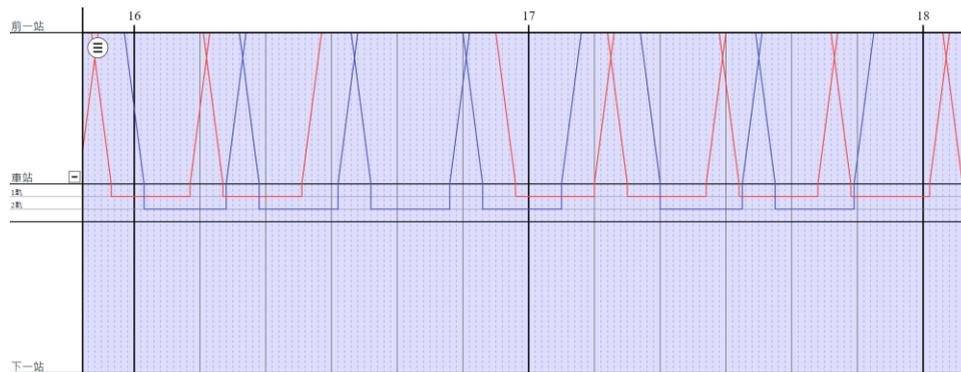


圖 4.2-6 蘇澳站案例分析結果之時空圖片段

4.2.3 樹林站

臺鐵樹林站為縱貫線上的一座編組站，站內有 2 座島式月臺與 1 座岸壁式月臺，並有一軌道與調車場相連，軌道布置如圖 4.2-7 所示。本站是東部幹線列車的主要始發與終點站，目前列車於樹林站的運行方式有以下 4 種：

1. 從浮洲站下行到樹林站後，繼續開往南樹林站的續行列車。
2. 從浮洲站下行到樹林站後，之後進入調車場的終點列車。
3. 從南樹林站上行到樹林站後，繼續開往浮洲站的續行列車。
4. 從調車場進入樹林站，上行開往浮洲站的始發列車。

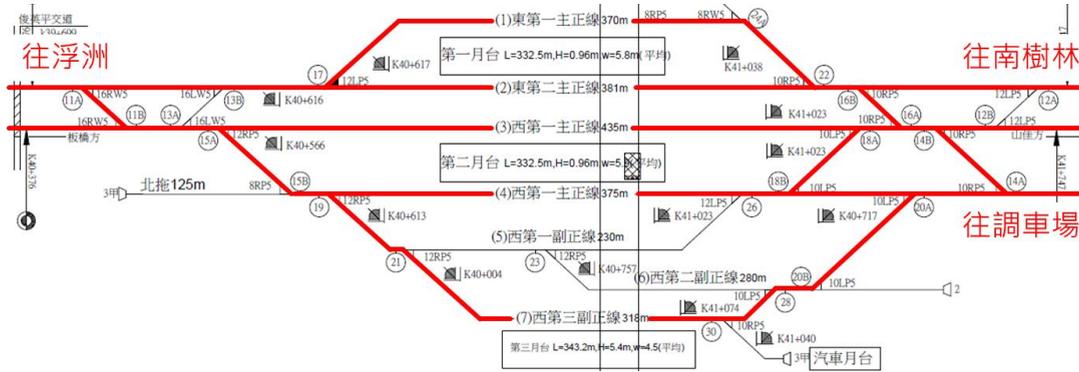


圖 4.2-7 臺鐵樹林站之軌道布置情形

為了便於說明，站內軌道分別用編號 1~5 來稱呼，站外軌道則有北端上下行軌、南端上下行軌，以及進出調車場之軌道，如圖 4.2-8 所示。

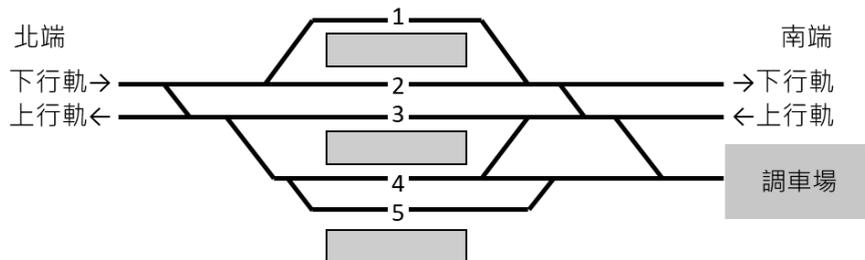


圖 4.2-8 臺鐵樹林站之軌道布置簡圖

1. 輸入參數設定

以下依目前臺鐵的營運狀況，說明樹林站的各項輸入參數設定：

(1) 進路

樹林站各進路之設定如表 4.2-12 所示，下行列車從北端下行軌進入車站後，若要繼續行駛至下一站，則會使用站內軌 1 或 2，然後往南端下行軌離站；若以樹林站為終點站，則會停靠於站內軌 1、4 或 5，之後進入調車場。而上行列車從南端上行軌進入車站後，會使用站內軌 3 或 4，接著往北端上行軌離站。至於以樹林為

始發站的上行列車，則會從調車場行駛至站內軌 3、4 或 5 後，再往北端上行軌離站。

表 4.2-12 樹林站案例之進路設定

進路名稱	進路起始端點	進路結束端點	示意圖
抵達進路 a	北端下行軌	站內軌 1	
抵達進路 b	北端下行軌	站內軌 2	
抵達進路 c	北端下行軌	站內軌 4	
抵達進路 d	北端下行軌	站內軌 5	
抵達進路 e	南端上行軌	站內軌 3	
抵達進路 f	南端上行軌	站內軌 4	
抵達進路 g	調車場	站內軌 3	
抵達進路 h	調車場	站內軌 4	
抵達進路 i	調車場	站內軌 5	
離開進路 a	站內軌 1	南端下行軌	

進路名稱	進路起始端點	進路結束端點	示意圖
離開進路 b	站內軌 2	南端下行軌	
離開進路 c	站內軌 3	北端上行軌	
離開進路 d	站內軌 4	北端上行軌	
離開進路 e	站內軌 5	北端上行軌	
離開進路 f	站內軌 1	調車場	
離開進路 g	站內軌 4	調車場	
離開進路 h	站內軌 5	調車場	

(2) 行駛路徑

整理上述之列車運轉狀況，共有 10 條行駛路徑，包含下行中途停站 2 條、下行終點列車 3 條、上行中途停站 2 條以及上行始發列車 3 條，各行駛路徑的抵達進路與離開進路整理如表 4.2-13。

表 4.2-13 樹林站案例之行駛路徑設定

行駛路徑名稱	抵達進路名稱	離開進路名稱	示意圖
行駛路徑 A	抵達進路 a	離開進路 a	
行駛路徑 B	抵達進路 a	離開進路 f	
行駛路徑 C	抵達進路 b	離開進路 b	
行駛路徑 D	抵達進路 c	離開進路 h	
行駛路徑 E	抵達進路 d	離開進路 i	
行駛路徑 F	抵達進路 e	離開進路 c	
行駛路徑 G	抵達進路 f	離開進路 d	
行駛路徑 H	抵達進路 g	離開進路 c	
行駛路徑 I	抵達進路 h	離開進路 d	
行駛路徑 J	抵達進路 i	離開進路 e	

(3) 交通組成與停靠時間

若依據精確定義，交通組成除了區分自強號、區間車等車種之外，還要根據列車是繼續行駛至下一站，或是以樹林為始發或終點站，再進一步分為中途停站自強號、始發自強號、終點自強號、中途停站區間車、始發區間車、終點區間車等。但對本案例來說，列

車是中途停站、通過、始發還是終點，才是主要影響容量的因素，因此本計畫進行適度簡化，將交通組成設定如表 4.2-14 所示，而不區分自強號、區間車等車種。

表 4.2-14 樹林站案例之交通組成與站內停靠時間設定

運行方向	車種名稱	組成比例	行駛路徑	站內停靠時間 (包含旅客上下車、清車與整備)
下行	中途停站	27.3%	行駛路徑 A 行駛路徑 C	2 分鐘 (120 秒)
	通過列車	4.5%	行駛路徑 C	0 分鐘 (0 秒)
	終點列車	18.2%	行駛路徑 B 行駛路徑 D 行駛路徑 E	3 分鐘 (180 秒)
上行	中途停站	27.3%	行駛路徑 F 行駛路徑 G	2 分鐘 (120 秒)
	通過列車	4.5%	行駛路徑 F	0 分鐘 (0 秒)
	始發列車	18.2%	行駛路徑 H 行駛路徑 I 行駛路徑 J	5 分鐘 (300 秒)

(4) 號誌安全時距

根據臺鐵公司提供之數據，針對樹林站各進路間的號誌安全時距設定如表 4.2-15~表 4.2-23 所示。

表 4.2-15 樹林站案例之號誌安全時距設定 1

先行 \ 續行	抵達 進路 a 中途 停站	抵達 進路 a 終點 列車	抵達 進路 b 中途 停站	抵達 進路 b 通過 列車	抵達 進路 c	抵達 進路 d	抵達 進路 e 中途 停站	抵達 進路 e 通過 列車
抵達進路 a 中途停站	360	360	180	180	180	180	360	-
抵達進路 a 終點列車	420	420	180	180	180	180	420	-
抵達進路 b 中途停站	180	180	360	360	180	180	180	-
抵達進路 b 通過列車	180	180	240	240	180	180	180	-
抵達進路 c	180	180	180	180	420	180	180	-
抵達進路 d	180	180	180	180	180	420	180	-
抵達進路 e 中途停站	-	-	-	-	-	-	-	360
抵達進路 e 通過列車	-	-	-	-	-	-	-	240

表 4.2-16 樹林站案例之號誌安全時距設定 2

先行 \ 續行	抵達 進路 a 中途 停站	抵達 進路 a 終點 列車	抵達 進路 b 中途 停站	抵達 進路 b 通過 列車	抵達 進路 c	抵達 進路 d	抵達 進路 e 中途 停站	抵達 進路 e 通過 列車
抵達進路 f	-	-	-	-	360	-	180	180
抵達進路 g	-	-	-	-	-	-	540	540
抵達進路 h	-	-	-	-	540	-	-	-
抵達進路 i	-	-	-	-	-	540	-	-
離開進路 a	240	240	-	-	-	-	-	-
離開進路 b 中途停站	-	-	240	240	-	-	-	-
離開進路 b 通過列車	-	-	240	240	-	-	-	-
離開進路 c 中途停站	-	-	-	-	240	240	240	240

表 4.2-17 樹林站案例之號誌安全時距設定 3

先行 \ 續行	抵達 進路 a 中途 停站	抵達 進路 a 終點 列車	抵達 進路 b 中途 停站	抵達 進路 b 通過 列車	抵達 進路 c	抵達 進路 d	抵達 進路 e 中途 停站	抵達 進路 e 通過 列車
離開進路 c 通過列車	-	-	-	-	240	240	240	240
離開進路 c 始發列車	-	-	-	-	240	240	240	240
離開進路 d 中途停站	-	-	-	-	240	240	-	-
離開進路 d 始發列車	-	-	-	-	240	240	-	-
離開進路 e	-	-	-	-	240	240	-	-
離開進路 f	240	240	-	-	-	-	240	240
離開進路 g	-	-	-	-	240	-	-	-
離開進路 h	-	-	-	-	-	240	-	-

表 4.2-18 樹林站案例之號誌安全時距設定 4

先行 \ 續行	抵達 進路 f	抵達 進路 g	抵達 進路 h	抵達 進路 i	離開 進路 a	離開 進路 b 中途 停站	離開 進路 b 通過 列車	離開 進路 c 中途 停站
抵達進路 a 中途停站	-	-	-	-	-	-	-	-
抵達進路 a 終點列車	-	-	-	-	-	-	-	-
抵達進路 b 中途停站	-	-	-	-	-	-	-	-
抵達進路 b 通過列車	-	-	-	-	-	-	-	-
抵達進路 c	420	-	900	-	-	-	-	30
抵達進路 d	-	-	-	900	-	-	-	30
抵達進路 e 中途停站	180	360	-	-	-	-	-	-
抵達進路 e 通過列車	180	240	-	-	-	-	-	-

表 4.2-19 樹林站案例之號誌安全時距設定 5

先行 \ 續行	抵達 進路 f	抵達 進路 g	抵達 進路 h	抵達 進路 i	離開 進路 a	離開 進路 b 中途 停站	離開 進路 b 通過 列車	離開 進路 c 中途 停站
抵達進路 f	360	120	360	-	-	-	-	-
抵達進路 g	120	540	360	360	-	-	-	-
抵達進路 h	540	360	540	360	-	-	-	-
抵達進路 i	-	360	360	540	-	-	-	-
離開進路 a	-	-	-	-	360	180	180	-
離開進路 b 中途停站	-	-	-	-	180	360	240	-
離開進路 b 通過列車	-	-	-	-	120	360	240	-
離開進路 c 中途停站	-	240	-	-	-	-	-	360

表 4.2-20 樹林站案例之號誌安全時距設定 6

先行 \ 續行	抵達 進路 f	抵達 進路 g	抵達 進路 h	抵達 進路 i	離開 進路 a	離開 進路 b 中途 停站	離開 進路 b 通過 列車	離開 進路 c 中途 停站
離開進路 c 通過列車	-	240	-	-	-	-	-	360
離開進路 c 始發列車	-	240	-	-	-	-	-	360
離開進路 d 中途停站	240	-	240	-	-	-	-	180
離開進路 d 始發列車	240	-	240	-	-	-	-	180
離開進路 e	-	-	-	240	-	-	-	180
離開進路 f	240	720	720	720	360	120	120	-
離開進路 g	240	720	720	720	-	-	-	-
離開進路 h	-	720	720	720	-	-	-	-

表 4.2-21 樹林站案例之號誌安全時距設定 7

先行 \ 續行	離開 進路 c 通過 列車	離開 進路 c 始發 列車	離開 進路 d 中途 停站	離開 進路 d 始發 列車	離開 進路 e	離開 進路 f	離開 進路 g	離開 進路 h
抵達進路 a 中途停站	-	-	-	-	-	-	-	-
抵達進路 a 終點列車	-	-	-	-	-	-	-	-
抵達進路 b 中途停站	-	-	-	-	-	-	-	-
抵達進路 b 通過列車	-	-	-	-	-	-	-	-
抵達進路 c	30	30	-	-	30	-	-	-
抵達進路 d	30	30	30	30	-	-	-	-
抵達進路 e 中途停站	-	-	-	-	-	30	-	-
抵達進路 e 通過列車	-	-	-	-	-	30	-	-

表 4.2-22 樹林站案例之號誌安全時距設定 8

先行 \ 續行	離開 進路 c 通過 列車	離開 進路 c 始發 列車	離開 進路 d 中途 停站	離開 進路 d 始發 列車	離開 進路 e	離開 進路 f	離開 進路 g	離開 進路 h
抵達進路 f	-	-	-	-	-	30	-	-
抵達進路 g	-	-	-	-	-	30	30	30
抵達進路 h	-	-	-	-	-	30	-	30
抵達進路 i	-	-	-	-	-	30	30	-
離開進路 a	-	-	-	-	-	420	-	-
離開進路 b 中途停站	-	-	-	-	-	120	-	-
離開進路 b 通過列車	-	-	-	-	-	120	-	-
離開進路 c 中途停站	240	540	180	180	180	-	-	-

表 4.2-23 樹林站案例之號誌安全時距設定 9

先行 續行	離開 進路 c 通過 列車	離開 進路 c 始發 列車	離開 進路 d 中途 停站	離開 進路 d 始發 列車	離開 進路 e	離開 進路 f	離開 進路 g	離開 進路 h
離開進路 c 通過列車	240	540	120	120	120	-	-	-
離開進路 c 始發列車	240	540	180	180	180	-	-	-
離開進路 d 中途停站	180	180	360	540	180	-	-	-
離開進路 d 始發列車	180	180	360	540	180	-	-	-
離開進路 e	180	180	180	180	540	-	-	-
離開進路 f	-	-	-	-	-	420	360	360
離開進路 g	-	-	-	-	-	360	420	360
離開進路 h	-	-	-	-	-	360	360	420

2. 場站容量分析結果

依照不同的運轉寬裕時間係數設定，樹林站的平均運轉時隔與場站容量如表 4.2-24 所示。目前樹林站於尖峰時間內，每小時在北端最多可進出 11 列車，與表 4.2-24 比對，運轉寬裕時間係數應小於 0.025。

表 4.2-24 不同運轉寬裕時間係數之樹林站容量表現

運轉寬裕係數		0	0.025	0.05	0.075	0.1	0.125	0.15
平均運轉 時隔 (秒)	下行進站	321.7	329.8	337.8	345.9	353.9	362.0	370.0
	上行離站	324.9	333.0	341.2	349.3	357.4	365.5	373.7
場站容量 (列車/小時)	下行進站	11.19	10.92	10.66	10.41	10.17	9.95	9.73
	上行離站	11.08	10.81	10.55	10.31	10.07	9.85	9.63

此外，根據模擬結果所繪製的時空圖如圖 4.2-9 所示，經檢視後確認模式有正確進行演算，且各列車於站內有停靠足夠的時間，並與其他列車沒有衝突，有保持足夠的號誌安全時距。

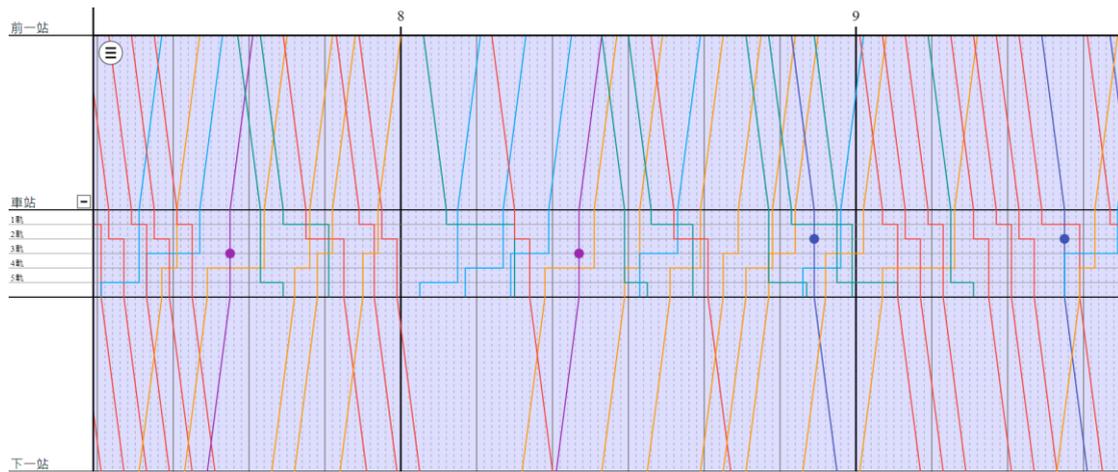


圖 4.2-9 樹林站案例分析結果之時空圖片段

4.2.4 花蓮站

臺鐵花蓮站位於北迴線與臺東線交界處，是東部幹線列車的主要起迄站之一，站內設有島式月臺兩座及岸壁式月臺一座，如圖 4.2-10 所示。本站往北為複線運轉，往南為單線運轉，故 5 個月臺面皆供上下行列車使用，而目前列車於花蓮站的運行方式有下列 5 種：

1. 從北埔站下行到花蓮站後，繼續開往吉安站的續行列車。
2. 從北埔站下行到花蓮站後，之後進入機廠的終點列車。
3. 從北埔站下行到花蓮站後，折返上行開往北埔站的折返列車。
4. 從吉安站上行到花蓮站後，繼續開往北埔站的續行列車。
5. 從機廠進入花蓮站，上行開往北埔站的始發列車。

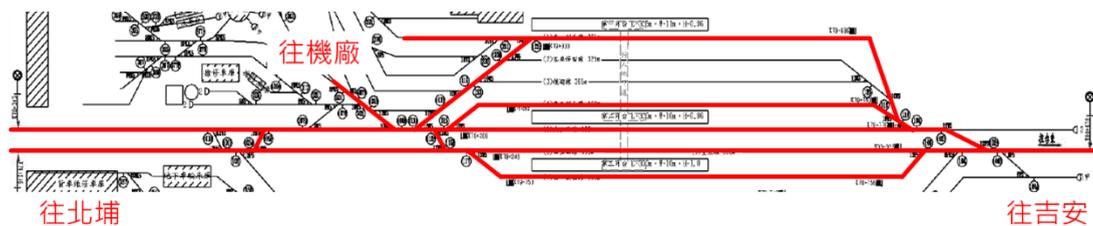


圖 4.2-10 臺鐵花蓮站之軌道布置情形

為了便於說明，本案例的站內軌道分別用編號 1~5 來稱呼，站外軌道則有北端上下行軌、南端站外軌，以及進出機廠之軌道，如圖 4.2-11 所示。

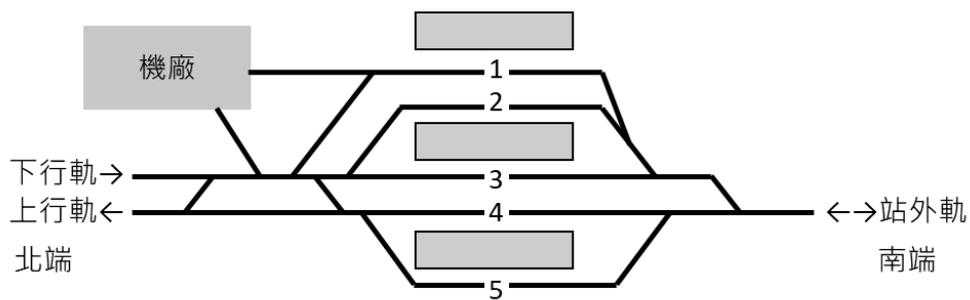


圖 4.2-11 臺鐵花蓮站之軌道布置簡圖

1. 輸入參數設定

花蓮站的各項輸入參數設定如下：

(1) 進路

由於花蓮站內 5 條站內軌皆供上下行列車使用，且 5 條站內軌皆可進出機廠，故各進路之設定如表 4.2-25 所示。

表 4.2-25 花蓮站案例之進路設定

進路名稱	進路起始端點	進路結束端點	示意圖
抵達進路 a	北端下行軌	站內軌 1	
抵達進路 b	北端下行軌	站內軌 2	
抵達進路 c	北端下行軌	站內軌 3	
抵達進路 d	北端下行軌	站內軌 4	
抵達進路 e	北端下行軌	站內軌 5	
抵達進路 f	南端站外軌	站內軌 1	

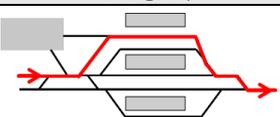
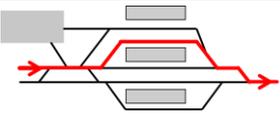
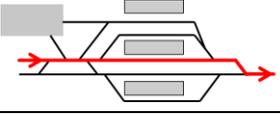
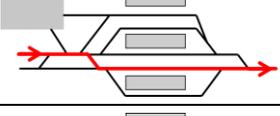
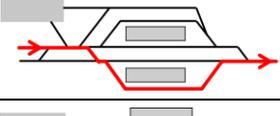
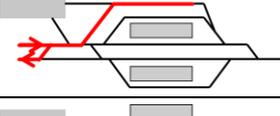
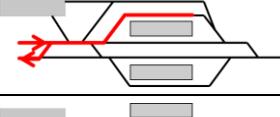
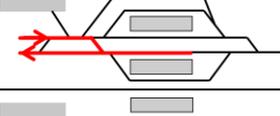
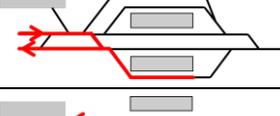
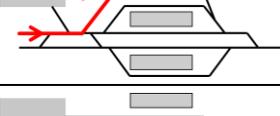
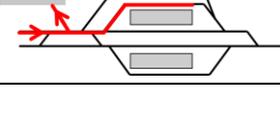
進路名稱	進路起始端點	進路結束端點	示意圖
抵達進路 g	南端站外軌	站內軌 2	
抵達進路 h	南端站外軌	站內軌 3	
抵達進路 i	南端站外軌	站內軌 4	
抵達進路 j	南端站外軌	站內軌 5	
抵達進路 k	機廠	站內軌 1	
抵達進路 l	機廠	站內軌 2	
抵達進路 m	機廠	站內軌 3	
抵達進路 n	機廠	站內軌 4	
抵達進路 o	機廠	站內軌 5	
離開進路 a	站內軌 1	南端站外軌	
離開進路 b	站內軌 2	南端站外軌	
離開進路 c	站內軌 3	南端站外軌	

進路名稱	進路起始端點	進路結束端點	示意圖
離開進路 d	站內軌 4	南端站外軌	
離開進路 e	站內軌 5	南端站外軌	
離開進路 f	站內軌 1	北端上行軌	
離開進路 g	站內軌 2	北端上行軌	
離開進路 h	站內軌 3	北端上行軌	
離開進路 I	站內軌 4	北端上行軌	
離開進路 j	站內軌 5	北端上行軌	
離開進路 k	站內軌 1	機廠	
離開進路 l	站內軌 2	機廠	
離開進路 m	站內軌 3	機廠	
離開進路 n	站內軌 4	機廠	
離開進路 o	站內軌 5	機廠	

(2) 行駛路徑

根據列車於花蓮站的運行方式以及表 4.2-25 之進路設定，可組合出 25 條行駛路徑，如表 4.2-26 所示。

表 4.2-26 花蓮站案例之行駛路徑設定

行駛路徑名稱	抵達進路名稱	離開進路名稱	示意圖
行駛路徑 A	抵達進路 a	離開進路 a	
行駛路徑 B	抵達進路 b	離開進路 b	
行駛路徑 C	抵達進路 c	離開進路 c	
行駛路徑 D	抵達進路 d	離開進路 d	
行駛路徑 E	抵達進路 e	離開進路 e	
行駛路徑 F	抵達進路 a	離開進路 f	
行駛路徑 G	抵達進路 b	離開進路 g	
行駛路徑 H	抵達進路 c	離開進路 h	
行駛路徑 I	抵達進路 d	離開進路 i	
行駛路徑 J	抵達進路 e	離開進路 j	
行駛路徑 K	抵達進路 a	離開進路 k	
行駛路徑 L	抵達進路 b	離開進路 l	

行駛路徑名稱	抵達進路名稱	離開進路名稱	示意圖
行駛路徑 M	抵達進路 c	離開進路 m	
行駛路徑 N	抵達進路 d	離開進路 n	
行駛路徑 O	抵達進路 e	離開進路 o	
行駛路徑 P	抵達進路 f	離開進路 f	
行駛路徑 Q	抵達進路 g	離開進路 g	
行駛路徑 R	抵達進路 h	離開進路 h	
行駛路徑 S	抵達進路 i	離開進路 i	
行駛路徑 T	抵達進路 j	離開進路 j	
行駛路徑 U	抵達進路 k	離開進路 f	
行駛路徑 V	抵達進路 l	離開進路 g	
行駛路徑 W	抵達進路 m	離開進路 h	
行駛路徑 X	抵達進路 n	離開進路 i	
行駛路徑 Y	抵達進路 o	離開進路 j	

(3) 交通組成與停靠時間

本案例將不同運行方式之列車區分為不同車種，交通組成相關設定如表 4.2-27 所示。

表 4.2-27 花蓮站案例之交通組成與站內停靠時間設定

運行方向	車種名稱	組成比例	行駛路徑	站內停靠時間（包含旅客上下車、清車與整備）
下行	中途停站	20%	行駛路徑 A~E	3 分鐘（180 秒）
	終點列車	20%	行駛路徑 K~O	10 分鐘（600 秒）
	折返列車	20%	行駛路徑 F~J	20 分鐘（1200 秒）
上行	中途停站	20%	行駛路徑 P~T	3 分鐘（180 秒）
	始發列車	20%	行駛路徑 U~Y	20 分鐘（1200 秒）

(4) 號誌安全時距

有關花蓮站各進路間的號誌安全時距設定，由於數量較多，故另外整理於附錄四。

2. 場站容量分析結果

依照不同的運轉寬裕時間係數設定，花蓮站的平均運轉時隔與場站容量如表 4.4-28 所示。臺鐵公司表示目前花蓮站北端每小時最多可進出 6 列車，與表 4.2-28 相比，顯示運轉寬裕時間係數應小於 0.05。

表 4.2-28 不同運轉寬裕時間係數之花蓮站容量表現

運轉寬裕係數		0	0.025	0.05	0.075	0.1	0.125	0.15
平均運轉時隔（秒）	下行進站	570.8	585.1	599.4	613.6	627.9	642.2	656.5
	上行離站	575.0	589.4	603.7	618.1	632.5	646.9	661.2
場站容量（列車/小時）	下行進站	6.31	6.15	6.01	5.87	5.73	5.61	5.48
	上行離站	6.26	6.11	5.96	5.82	5.69	5.57	5.44

檢視以模擬結果所繪製的時空圖後，如圖 4.2-12 所示，確認模式演算過程正確，且符合輸入參數的設定，列車於站內有停靠足夠的時間，而列車之間也有保持足夠的號誌安全時距。

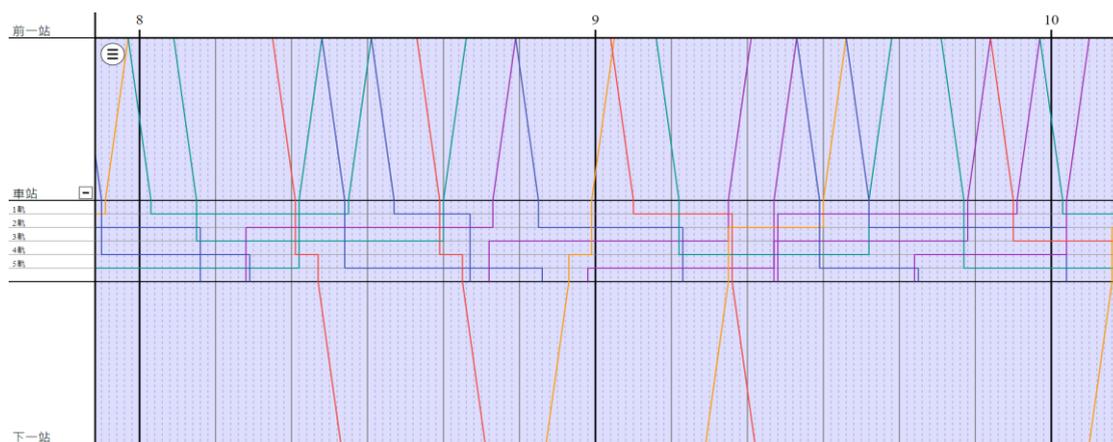


圖 4.2-12 花蓮站案例分析結果之時空圖片段

4.2.5 新竹站

臺鐵新竹站位於縱貫線上，同時為內灣線之起點，站內設有島式月臺 2 座及岸壁式月臺 1 座，如圖 4.2-13 所示。由於主線（縱貫線）與支線（內灣線）列車於本站有共用軌道，因此必須一併考慮進行容量分析，目前列車於新竹站的運行方式可分為以下 5 種：

1. 從北新竹站經主線下行到新竹站後，繼續開往三姓橋站的續行列車。
2. 從北新竹站經主線下行到新竹站後，折返經主線上行開往北新竹站的折返列車。
3. 從三姓橋站上行到新竹站後，繼續經主線開往北新竹站的續行列車。
4. 從三姓橋站上行到新竹站後，折返下行開往三姓橋站的折返列車。
5. 從北新竹站經支線下行到新竹站後，折返經支線上行開往北新竹站的折返列車。



圖 4.2-13 臺鐵新竹站之軌道布置情形

為了便於說明，本案例的站內軌道分別用編號 1~5 來稱呼，站外軌道則有北端主線上下行軌、南端主線上下行軌，以及支線主線上下行軌，如圖 4.2-14 所示。

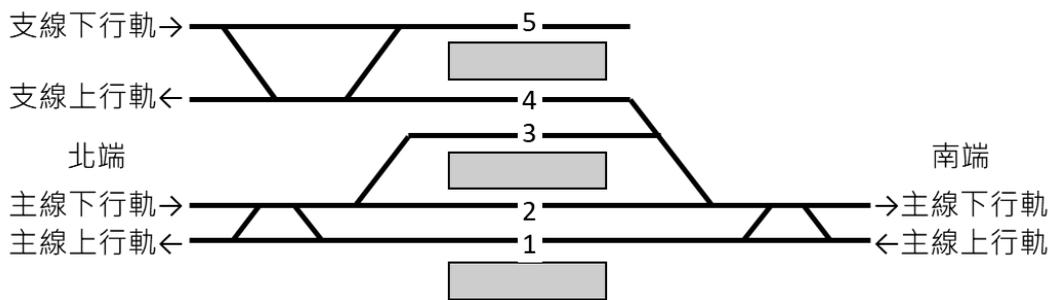


圖 4.2-14 臺鐵新竹站之軌道布置簡圖

1. 輸入參數設定

有關新竹站的各項輸入參數之設定，分別說明如下：

(1) 進路

主線的下行列車從北端主線下行軌進站後，若要繼續行駛至下一站，則會使用站內軌 2 或 3，然後往南端主線下行軌離站；若要折返，則會使用站內軌 1 或 3。而主線的上行列車從南端主線上行軌進站後，若是繼續行駛至下一站，會使用站內軌 1 或 3，接著往北端主線上行軌離站；若是折返，則會使用站內軌 1 或 4。至於支線列車，則是從支線下行軌進站後，使用站內軌 4 或 5，再往支線上行軌離站。綜整上述，新竹站各進路之設定如表 4.2-29 所示。

表 4.2-29 新竹站案例之進路設定

進路名稱	進路起始端點	進路結束端點	示意圖
抵達進路 a	北端主線下行軌	站內軌 1	
抵達進路 b	北端主線下行軌	站內軌 2	
抵達進路 c	北端主線下行軌	站內軌 3	
抵達進路 d	南端主線上行軌	站內軌 1	
抵達進路 e	南端主線上行軌	站內軌 3	
抵達進路 f	南端主線上行軌	站內軌 4	
抵達進路 g	支線下行軌	站內軌 4	
抵達進路 h	支線下行軌	站內軌 5	
離開進路 a	站內軌 1	南端主線下行軌	
離開進路 b	站內軌 2	南端主線下行軌	
離開進路 c	站內軌 3	南端主線下行軌	
離開進路 d	站內軌 4	南端主線下行軌	

進路名稱	進路起始端點	進路結束端點	示意圖
離開進路 e	站內軌 1	北端主線上行軌	
離開進路 f	站內軌 3	北端主線上行軌	
離開進路 g	站內軌 4	支線上行軌	
離開進路 h	站內軌 5	支線上行軌	

(2) 行駛路徑

列車於新竹站共有 10 條行駛路徑，包含下行中途停站 2 條、下行折返列車 2 條、上行中途停站 2 條、上行折返列車 2 條，以及支線列車 2 條，各行駛路徑的抵達進路與離開進路整理如表 4.2-30。

表 4.2-30 新竹站案例之行駛路徑設定

行駛路徑名稱	抵達進路名稱	離開進路名稱	示意圖
行駛路徑 A	抵達進路 a	離開進路 e	
行駛路徑 B	抵達進路 b	離開進路 b	
行駛路徑 C	抵達進路 c	離開進路 c	
行駛路徑 D	抵達進路 c	離開進路 f	
行駛路徑 E	抵達進路 d	離開進路 a	

行駛路徑名稱	抵達進路名稱	離開進路名稱	示意圖
行駛路徑 F	抵達進路 d	離開進路 e	
行駛路徑 G	抵達進路 e	離開進路 f	
行駛路徑 H	抵達進路 f	離開進路 d	
行駛路徑 I	抵達進路 g	離開進路 g	
行駛路徑 J	抵達進路 h	離開進路 h	

(3) 交通組成與停靠時間

本案例的交通組成相關設定如表 4.2-31 所示，主要根據列車運行方式區分車種，但支線列車由於停靠股道不同，因此分為六家列車和內灣列車。

表 4.2-31 新竹站案例之交通組成與站內停靠時間設定

運行方向	車種名稱	組成比例	行駛路徑	站內停靠時間（包含旅客上下車、清車與整備）
下行	中途停站	33.30%	行駛路徑 B 行駛路徑 C	2 分鐘（120 秒）
	折返列車	6.70%	行駛路徑 A 行駛路徑 D	12 分鐘（720 秒）
上行	中途停站	33.30%	行駛路徑 F 行駛路徑 G	2 分鐘（120 秒）
	折返列車	6.70%	行駛路徑 E 行駛路徑 H	12 分鐘（720 秒）
支線	六家列車	13.30%	行駛路徑 J	8 分鐘（480 秒）
	內灣列車	6.70%	行駛路徑 I	8 分鐘（480 秒）

(4) 號誌安全時距

目前臺鐵公司在營運規劃作業時，於新竹站各進路間的號誌安全時距設定如表 4.2-32~表 4.2-40 所示。

表 4.2-32 新竹站案例之號誌安全時距設定 1

先行 \ 續行	抵達 進路 a	抵達 進路 b 中途 停站	抵達 進路 b 折返 列車	抵達 進路 c 中途 停站	抵達 進路 c 折返 列車	抵達 進路 d	抵達 進路 e
抵達進路 a	1080	360	360	360	1020	1020	-
抵達進路 b	360	480	360	360	-	-	-
抵達進路 c 中途停站	360	360	480	480	-	-	420
抵達進路 c 折返列車	360	360	1080	1080	-	-	1020
抵達進路 d 中途停站	480	-	-	-	420	420	300
抵達進路 d 折返列車	1080	-	-	-	1020	1020	300
抵達進路 e	-	-	480	480	300	300	420

表 4.2-33 新竹站案例之號誌安全時距設定 2

先行 \ 續行	抵達 進路 a	抵達 進路 b 中途 停站	抵達 進路 b 折返 列車	抵達 進路 c 中途 停站	抵達 進路 c 折返 列車	抵達 進路 d	抵達 進路 e
抵達進路 f	-	-	-	-	300	300	300
抵達進路 g	-	-	-	-	-	-	-
抵達進路 h	-	-	-	-	-	-	-
離開進路 a	360	-	-	-	300	300	300
離開進路 b	-	360	-	-	-	-	300
離開進路 c	-	-	360	360	-	-	300
離開進路 d	-	-	-	-	-	-	300

表 4.2-34 新竹站案例之號誌安全時距設定 3

先行 \ 續行	抵達 進路 a	抵達 進路 b 中途 停站	抵達 進路 b 折返 列車	抵達 進路 c 中途 停站	抵達 進路 c 折返 列車	抵達 進路 d	抵達 進路 e
離開進路 e 折返列車	360	-	-	-	300	300	-
離開進路 e 中途停站	360	-	-	-	300	300	-
離開進路 f 折返列車	360	360	360	360	-	-	300
離開進路 f 中途停站	360	360	360	360	-	-	300
離開進路 g	-	-	-	-	-	-	-
離開進路 h	-	-	-	-	-	-	-

表 4.2-35 新竹站案例之號誌安全時距設定 4

先行 \ 續行	抵達 進路 f	抵達 進路 g	抵達 進路 h	離開 進路 a	離開 進路 b	離開 進路 c	離開 進路 d
抵達進路 a	-	-	-	-	-	-	-
抵達進路 b	-	-	-	-	-	-	-
抵達進路 c 中途停站	-	-	-	-	-	-	-
抵達進路 c 折返列車	-	-	-	-	-	-	-
抵達進路 d 中途停站	300	-	-	-	-	-	-
抵達進路 d 折返列車	300	-	-	-	-	-	-
抵達進路 e	300	-	-	30	30	-	30

表 4.2-36 新竹站案例之號誌安全時距設定 5

續行 先行	抵達 進路 f	抵達 進路 g	抵達 進路 h	離開 進路 a	離開 進路 b	離開 進路 c	離開 進路 d
抵達進路 f	1020	1080	-	30	30	30	-
抵達進路 g	780	840	360	-	-	-	-
抵達進路 h	-	360	840	-	-	-	-
離開進路 a	300	-	-	1020	300	300	300
離開進路 b	300	-	-	300	480	300	300
離開進路 c	300	-	-	300	300	480	300
離開進路 d	300	360	-	300	300	300	1020

表 4.2-37 新竹站案例之號誌安全時距設定 6

續行 先行	抵達 進路 f	抵達 進路 g	抵達 進路 h	離開 進路 a	離開 進路 b	離開 進路 c	離開 進路 d
離開進路 e 折返列車	-	-	-	-	-	-	-
離開進路 e 中途停站	-	-	-	-	-	-	-
離開進路 f 折返列車	-	-	-	-	-	-	-
離開進路 f 中途停站	-	-	-	-	-	-	-
離開進路 g	300	360	-	-	-	-	-
離開進路 h	-	360	360	-	-	-	-

表 4.2-38 新竹站案例之號誌安全時距設定 7

先行 \ 續行	離開 進路 e 折返 列車	離開 進路 e 中途 停站	離開 進路 f 折返 列車	離開 進路 f 中途 停站	離開 進路 g	離開 進路 h
抵達進路 a	-	-	30	30	-	-
抵達進路 b	-	-	30	30	-	-
抵達進路 c 中途停站	-	-	-	-	-	-
抵達進路 c 折返列車	-	-	-	-	-	-
抵達進路 d 中途停站	-	-	-	-	-	-
抵達進路 d 折返列車	-	-	-	-	-	-
抵達進路 e	-	-	-	-	-	-

表 4.2-39 新竹站案例之號誌安全時距設定 8

先行 \ 續行	離開 進路 e 折返 列車	離開 進路 e 中途 停站	離開 進路 f 折返 列車	離開 進路 f 中途 停站	離開 進路 g	離開 進路 h
抵達進路 f	-	-	-	-	-	-
抵達進路 g	-	-	-	-	-	30
抵達進路 h	-	-	-	-	-	-
離開進路 a	-	-	-	-	-	-
離開進路 b	-	-	-	-	-	-
離開進路 c	-	-	-	-	-	-
離開進路 d	-	-	-	-	-	-

表 4.2-40 新竹站案例之號誌安全時距設定 9

先行 \ 續行	離開 進路 e 折返 列車	離開 進路 e 中途 停站	離開 進路 f 折返 列車	離開 進路 f 中途 停站	離開 進路 g	離開 進路 h
離開進路 e 折返列車	1080	420	360	360	-	-
離開進路 e 中途停站	1080	420	360	360	-	-
離開進路 f 折返列車	360	360	1080	420	-	-
離開進路 f 中途停站	360	360	1080	420	-	-
離開進路 g	-	-	-	-	840	360
離開進路 h	-	-	-	-	360	840

2. 場站容量分析結果

依照不同的運轉寬裕時間係數設定，新竹站的平均運轉時隔與場站容量如表 4.20-41 所示。新竹站於尖峰時間，主線每小時可進出 6 列車，支線為 3 列車，依此對照表 4.20-41 後可研判，運轉寬裕時間係數應小於 0.1。

最後，檢視如圖 4.2-15 所示之模擬結果的時空圖後，確認模式演算過程無誤，各列車於站內的停靠時間，列車之間須保持的號誌安全時距，皆有符合輸入參數的設定。

表 4.2-41 不同運轉寬裕時間係數的新竹站容量表現

運轉寬裕係數		0	0.025	0.05	0.075	0.1	0.125	0.15
平均運轉 時隔 (秒)	下行 進站	540.8	554.3	567.8	581.3	594.9	608.4	621.9
	下行 離站	538.2	551.6	565.1	578.5	592.0	605.4	618.9
	上行 進站	540.2	553.7	567.2	580.7	594.2	607.7	621.2
	上行 離站	542.8	556.4	569.9	583.5	597.1	610.6	624.2
	支線 進站	1,114.5	1,142.4	1,170.2	1,198.1	1,225.9	1,253.8	1,281.7
	支線 離站	1,114.9	1,142.8	1,170.6	1,198.5	1,226.4	1,254.3	1,282.1
場站容量 (列車/小時)	下行 進站	6.66	6.49	6.34	6.19	6.05	5.92	5.79
	下行 離站	6.69	6.53	6.37	6.22	6.08	5.95	5.82
	上行 進站	6.66	6.50	6.35	6.20	6.06	5.92	5.79
	上行 離站	6.63	6.47	6.32	6.17	6.03	5.90	5.77
	支線 進站	3.23	3.15	3.08	3.00	2.94	2.87	2.81
	支線 離站	3.23	3.15	3.08	3.00	2.94	2.87	2.81

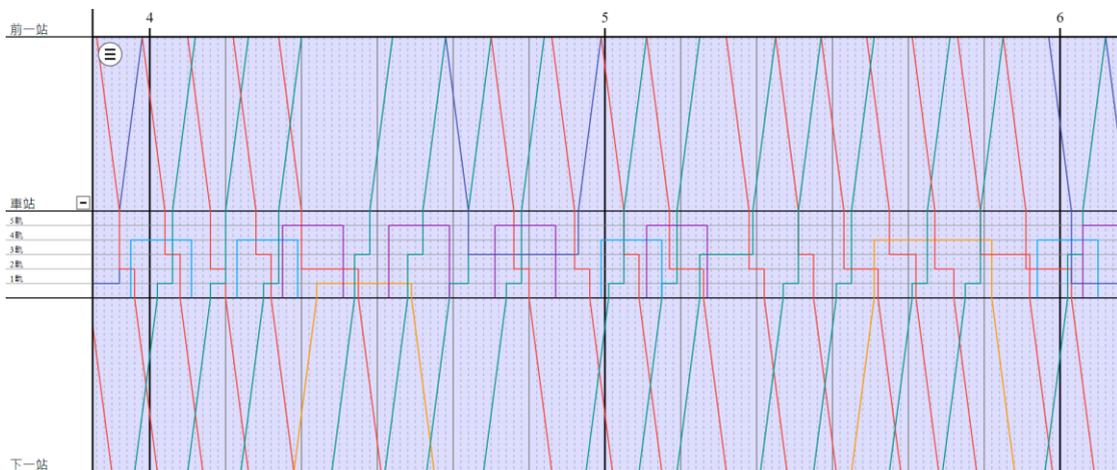


圖 4.2-15 新竹站案例分析結果之時空圖片段

第五章 敏感度分析

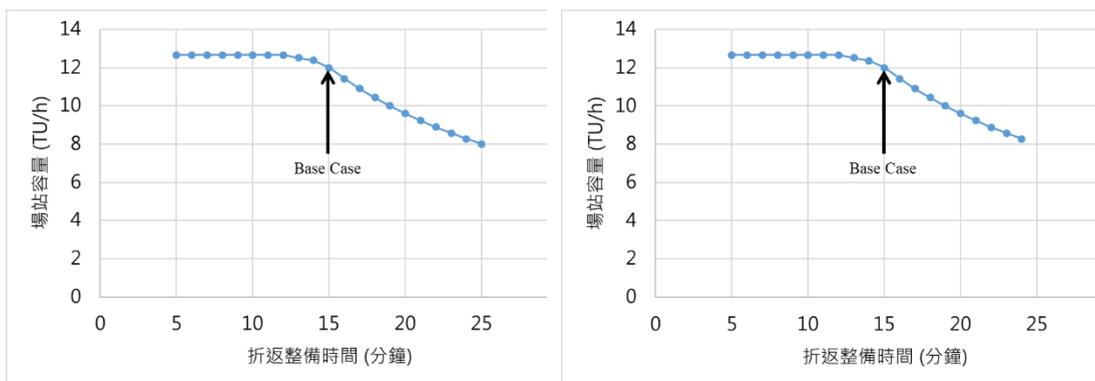
本章利用敏感度分析，檢視末端站、編組站，與中間折返站之各項參數對容量影響是否符合先驗知識。然後以臺鐵基隆站為例，透過分析來探討造成容量瓶頸的原因，並嘗試提出改善方向。

5.1 末端站測試範例

根據先驗知識，當列車於末端站的折返整備時間較長時，容量較低，而各項號誌安全時距變長，對容量也是有負面的影響，至於站內軌道數越多容量會越高，但數量多到一個程度之後，對容量就沒有提升效果。因此，本節根據第 4.1.1 小節之測試例，透過敏感度分析來檢視本模式是否能呈現這些參數對容量的影響，相關分析結果說明如下：

1. 折返整備時間

列車的折返整備時間，受到列車的清潔、司機員掉頭或更替、列車整備時間的影響，隨著折返整備時間增加，列車占用站內軌道越久，會影響後續列車無法順利進站停靠，進而影響容量。透過本模式進行敏感度分析，發現當折返整備時間增加確實導致容量下降，如圖 5.1-1 所示，不過折返整備時間減少到一定程度後，容量便無法再提升，經研判是受到號誌安全時距的影響，即便列車在短時間內完成折返整備，也無法馬上開出所致。



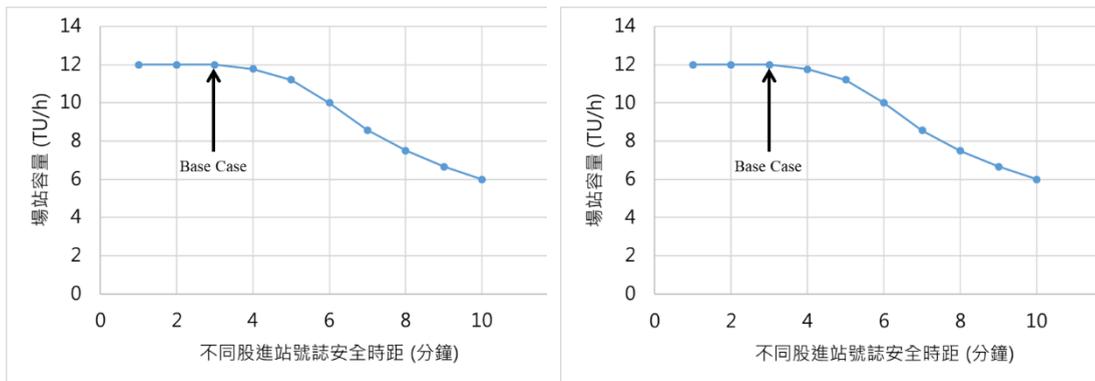
(1) 進站

(2) 離站

圖 5.1-1 折返整備時間對末端站容量之影響

2. 不同股道進站號誌安全時距

號誌安全時距與號誌系統的設計邏輯、閉塞制度，道岔的限速、列車的運轉性能有關，當不同股道進站的號誌安全時距越長，一列車進站後，要間隔越長的時間才能讓下列車進站，故容量越低。而敏感度分析的結果如圖 5.1-2 所示，隨著時距增加，容量降低，但隨著時距減少，容量不變，主要原因在於受限其他號誌安全時距的影響，例如不同股道離站號誌安全時距，因此容量無法提升。



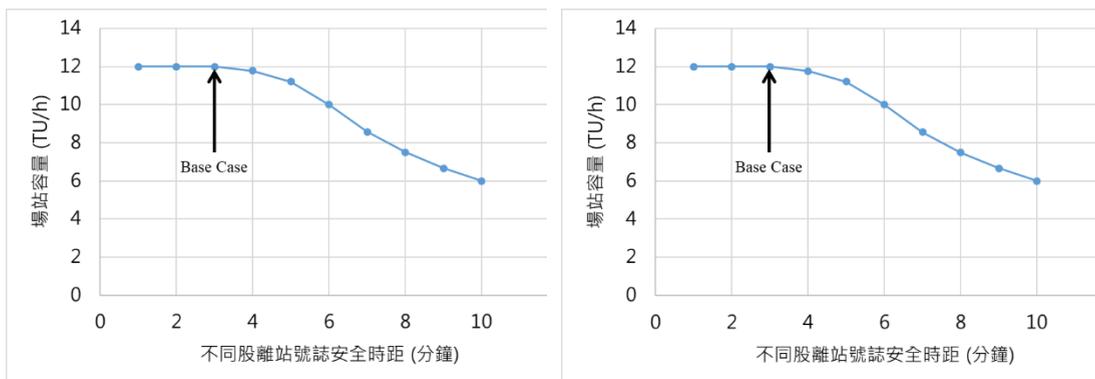
(1)進站

(2)離站

圖 5.1-2 不同股道進站時距對末端站容量之影響

3. 不同股道離站號誌安全時距

和不同股道進站的號誌安全時距相同，當不同股道離站的號誌安全時距越長，容量越低。在敏感度分析結果中，如圖 5.1-3 所示，隨著時距增加，容量降低，但隨著時距減少，容量不變，主要原因也是受限於其他時距的影響，例如不同股道進站號誌安全時距，導致容量無法提升。



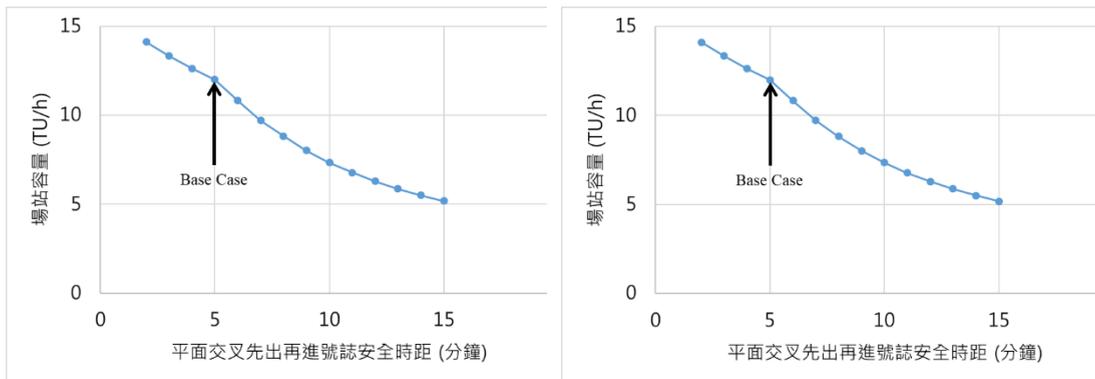
(1)進站

(2)離站

圖 5.1-3 不同股道離站時距對末端站容量之影響

4. 平面交叉先進站後離站號誌安全時距

平面交叉先進站後離站的號誌安全時距，除了受到號誌系統的設計邏輯、閉塞制度，道岔的限速、列車的運轉性能所影響外，也與橫渡線的位置及轉轍器扳轉的速度有關，當平面交叉先進站後離站的號誌安全時距越長，列車離站後，要間隔越長的時間才能讓下列車進站，導致容量越低。在本測試範例的敏感度分析結果中也呈現一致的關係，如圖 5.1-4 所示。



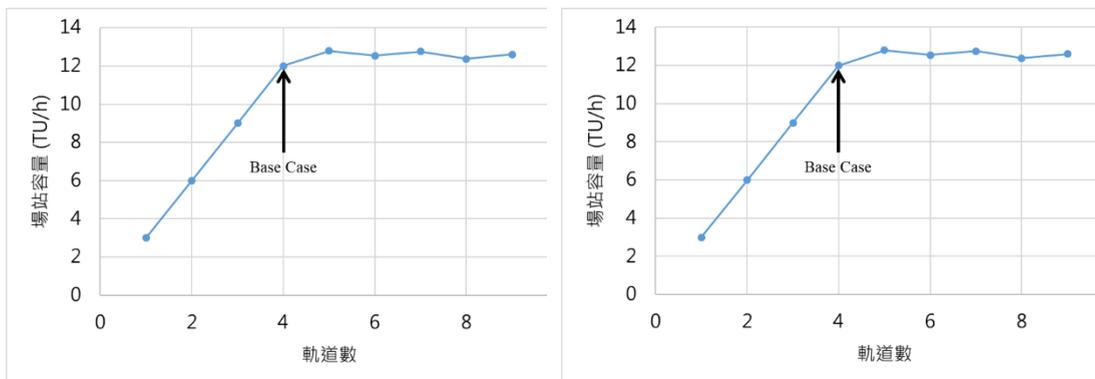
(1)進站

(2)離站

圖 5.1-4 平面交叉先進站後離站時距對末端站容量之影響

5. 站內軌道數

若站內有較多軌道，表示同時間可停靠更多列車，有較高之容量，但列車進出仍然受到號誌安全時距影響，故容量不會隨著站內軌道數增加而無止盡的提升。透過敏感度分析顯示，如圖 5.1-5 所示，本例之末端站的站內軌道數增加到 5 個股道之後，容量便不再提升。



(1)進站

(2)離站

圖 5.1-5 站內軌道數對末端站容量之影響

5.2 編組站測試範例

本節以第 4.1.2 小節之測試範例為基礎，從站內停靠時間、號誌安全時距以及交通組成等三大項目，透過敏感度分析了解各項因素對編組站容量之影響，依序說明如下：

1. 站內停靠時間

包含列車的停站時間、始發列車的整備時間和終點列車的清車時間，其敏感度分析結果分別如圖 5.2-1~圖 5.2-3 所示，皆呈現場站容量隨停靠時間增加而降低的趨勢，與先驗知識的認知相符。

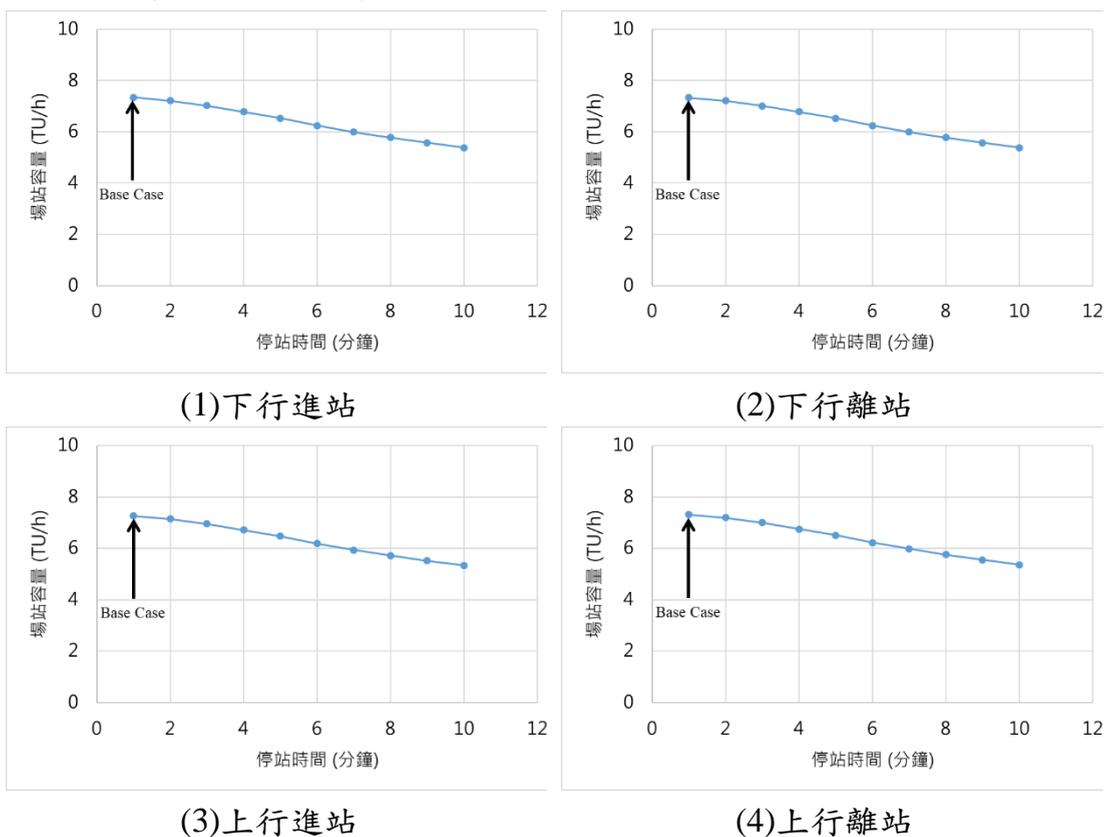
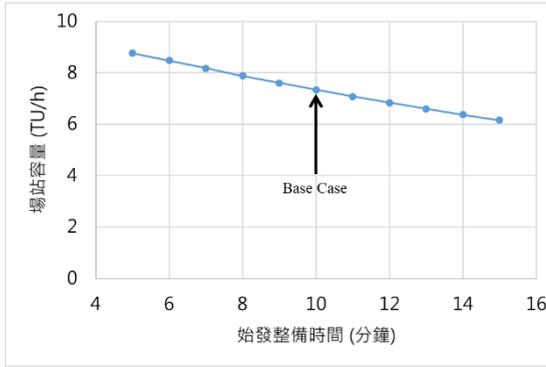
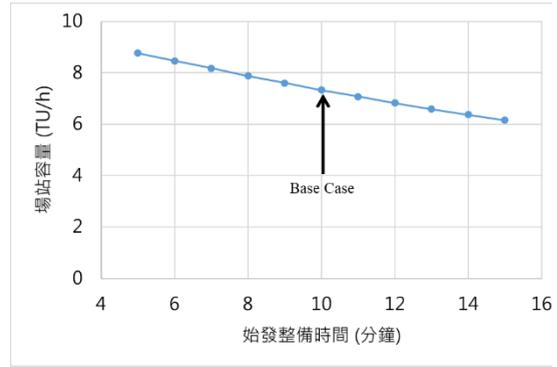


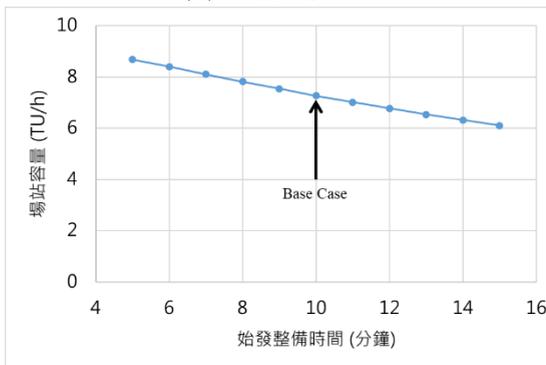
圖 5.2-1 停站時間對編組站容量之影響



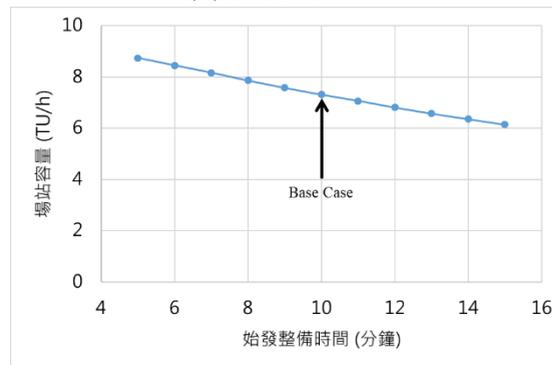
(1)下行進站



(2)下行離站

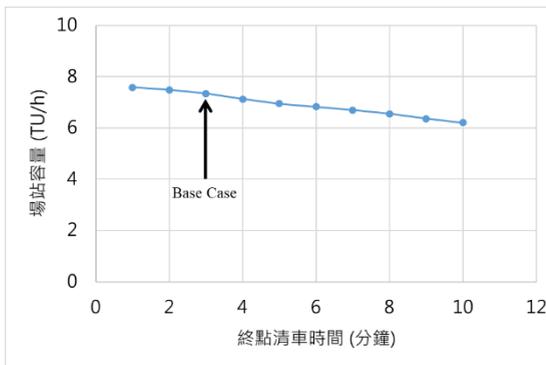


(3)上行進站

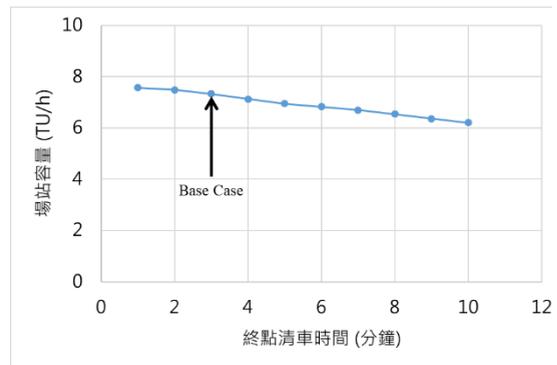


(4)上行離站

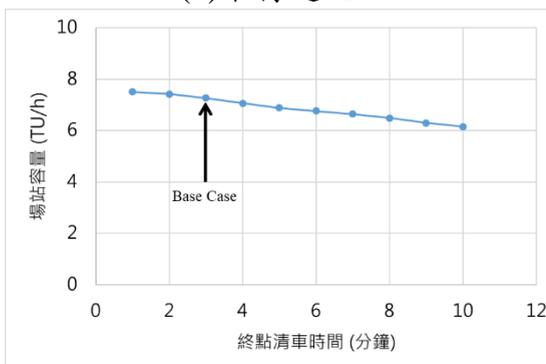
圖 5.2-2 始發整備時間對編組站容量之影響



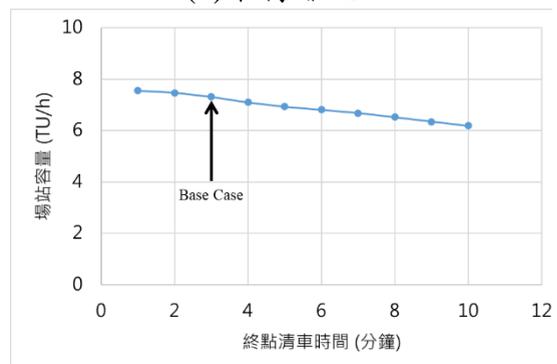
(1)下行進站



(2)下行離站



(3)上行進站



(4)上行離站

圖 5.2-3 終點清車時間對編組站容量之影響

2. 號誌安全時距

本測試範例針對不同股道進站、不同股道離站、同股道先行列車離站至續行列車進站、平面交叉先離站後進站、平面交叉先進站後離站、同向平面交叉，以及進出調車場等號誌安全時距進行敏感度分析，其結果如圖 5.2-4~圖 5.2-10 所示，皆符合一般認知，號誌安全時距越長，則容量越低。

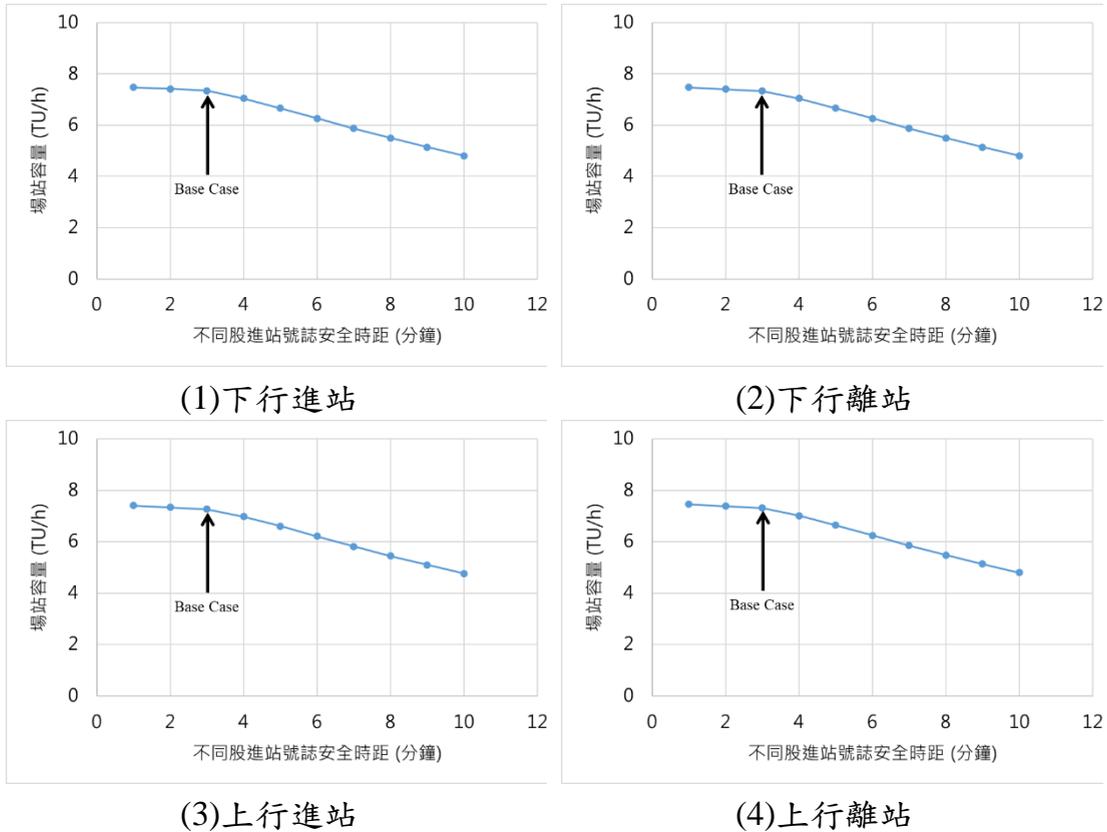
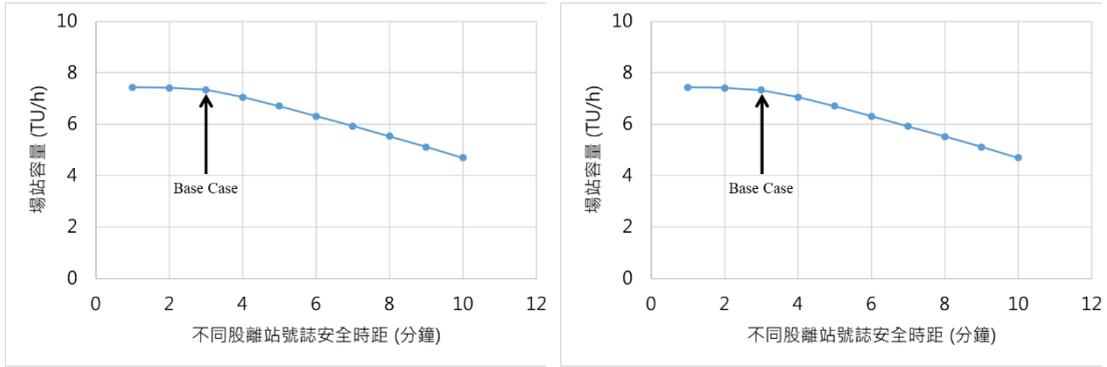
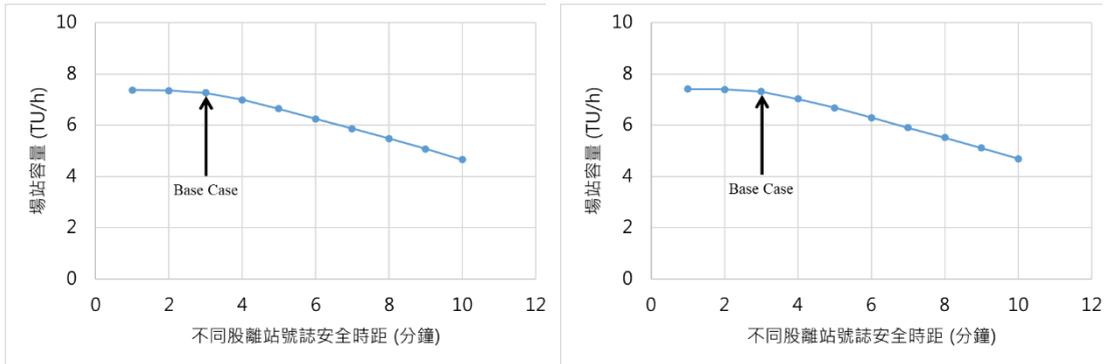


圖 5.2-4 不同股道進站時距對編組站容量之影響



(1)下行進站

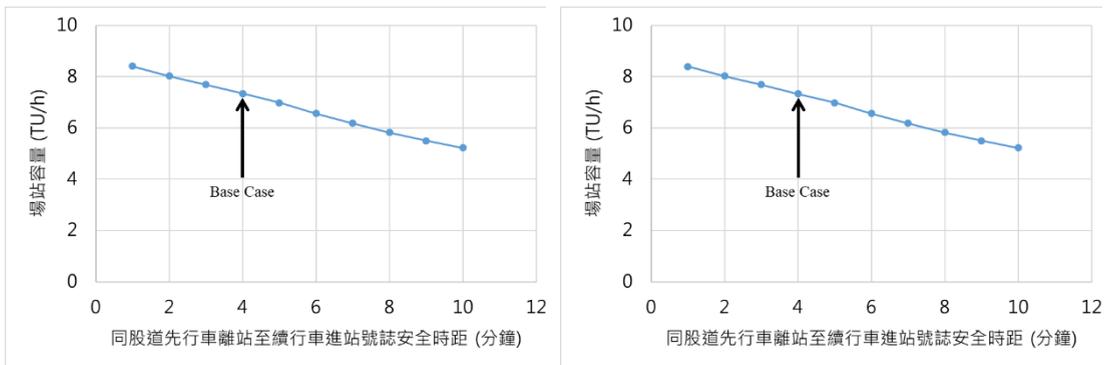
(2)下行離站



(3)上行進站

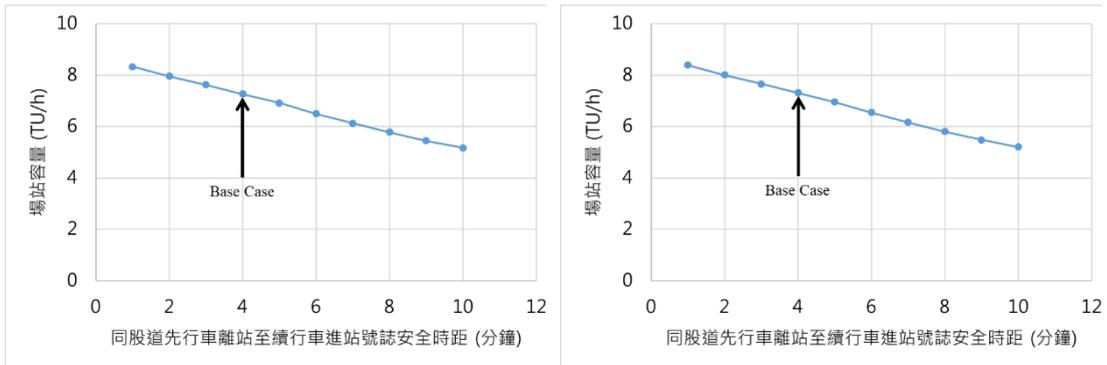
(4)上行離站

圖 5.2-5 不同股道離站時距對編組站容量之影響



(1)下行進站

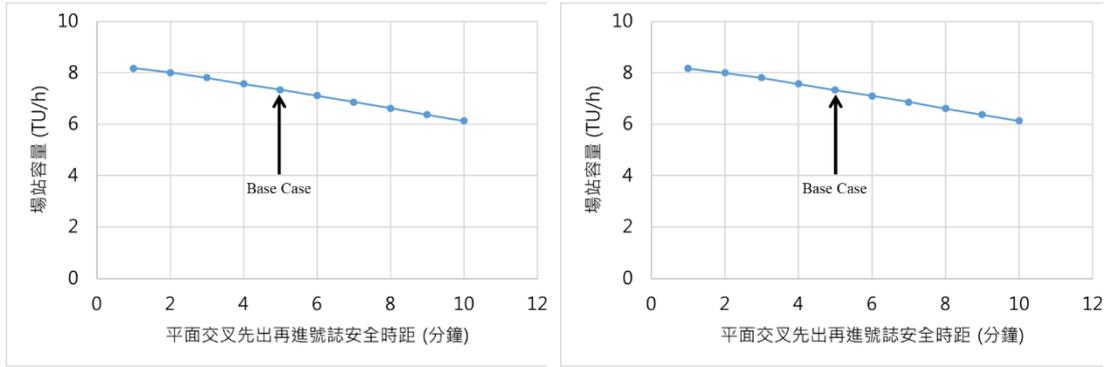
(2)下行離站



(3)上行進站

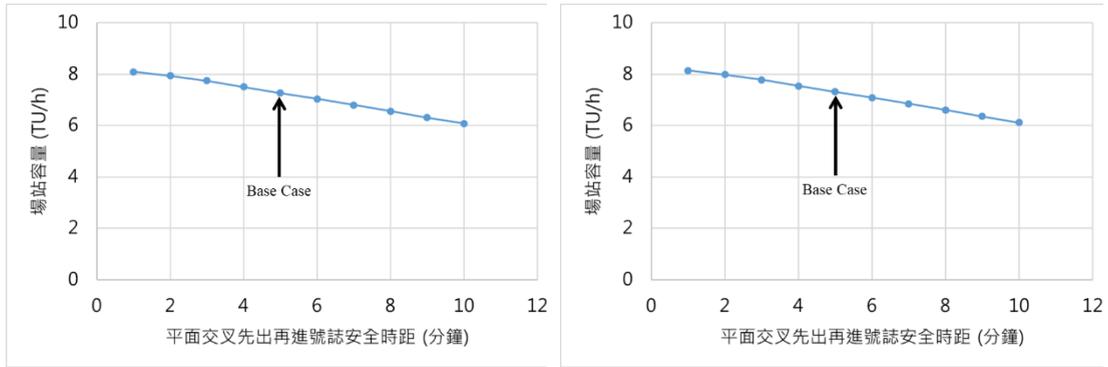
(4)上行離站

圖 5.2-6 同股道先行列車離站至續行列車進站時距對編組站容量之影響



(1)下行進站

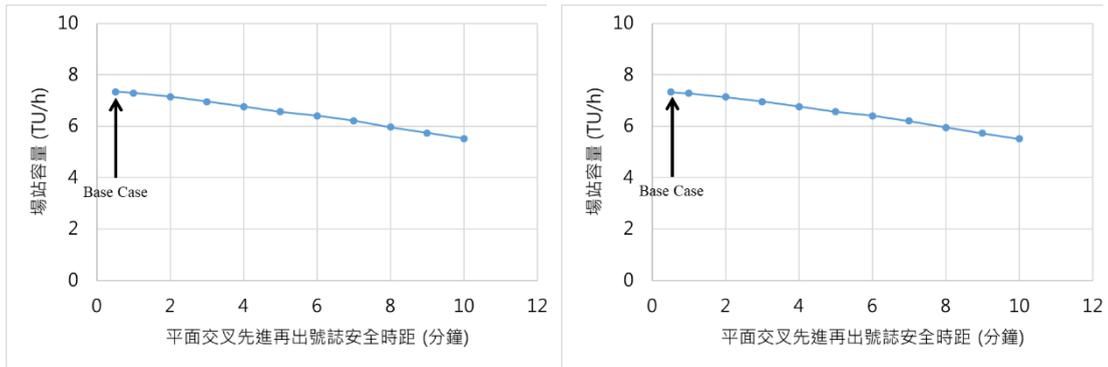
(2)下行離站



(3)上行進站

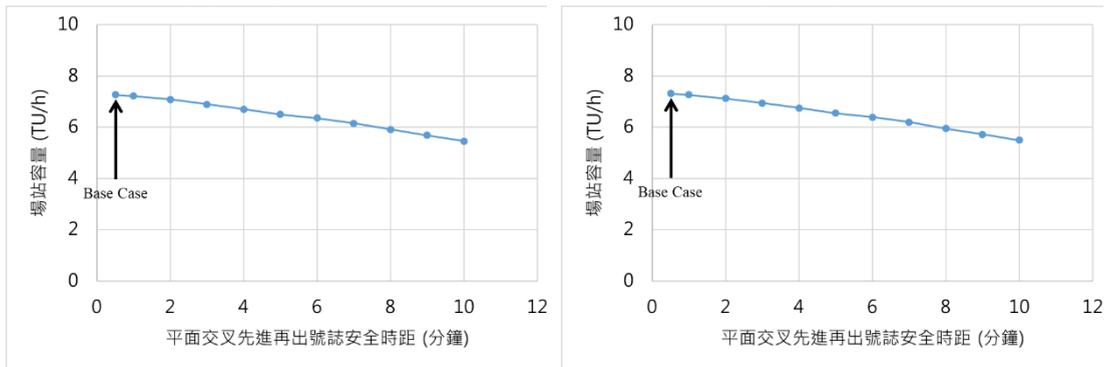
(4)上行離站

圖 5.2-7 平面交叉先離站後進站時距對編組站容量之影響



(1)下行進站

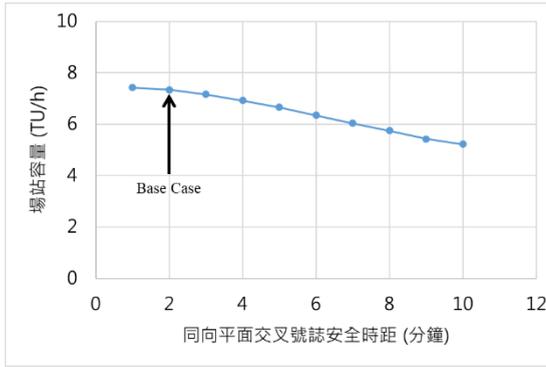
(2)下行離站



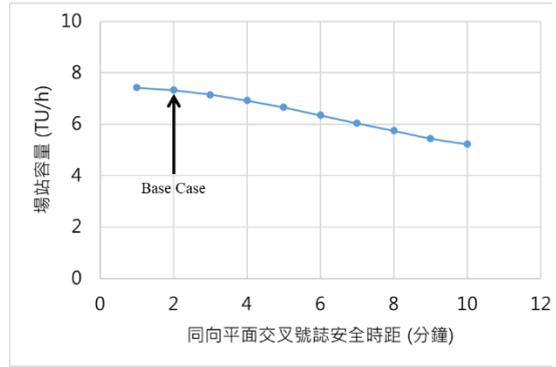
(3)上行進站

(4)上行離站

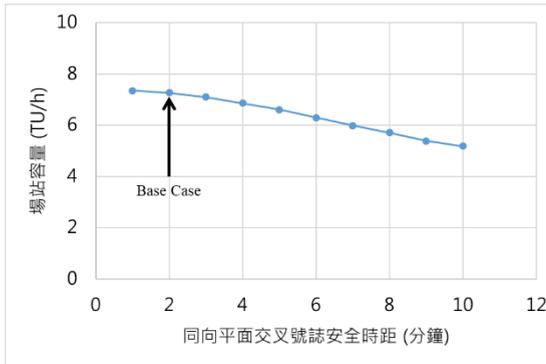
圖 5.2-8 平面交叉先進站後離站時距對編組站容量之影響



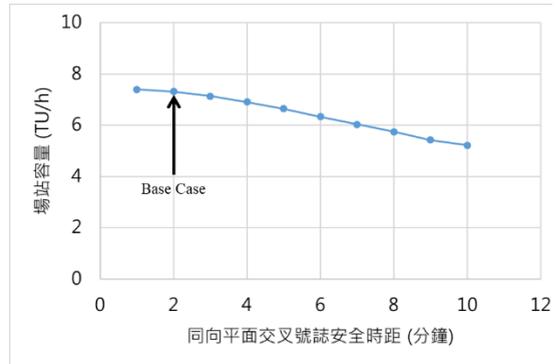
(1) 下行進站



(2) 下行離站

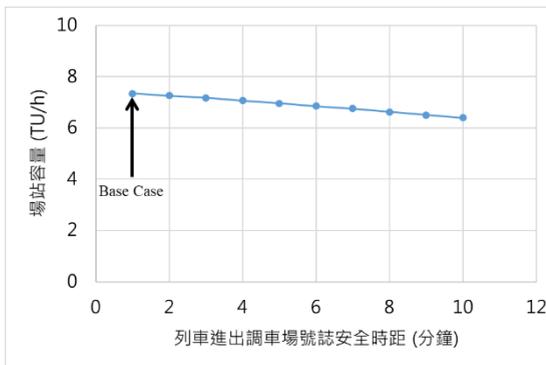


(3) 上行進站

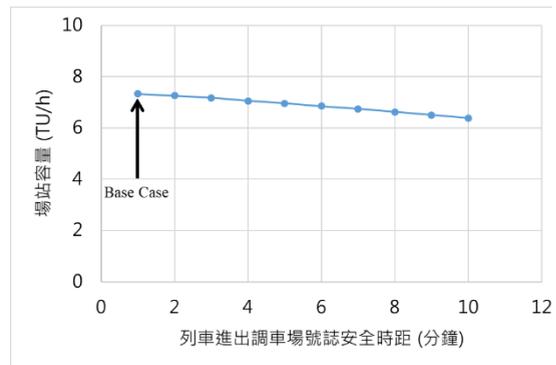


(4) 上行離站

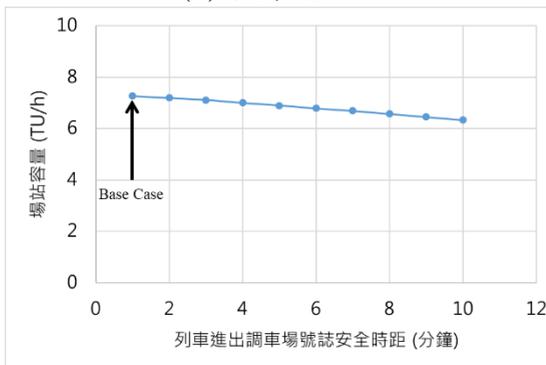
圖 5.2-9 同向平面交叉時距對編組站容量之影響



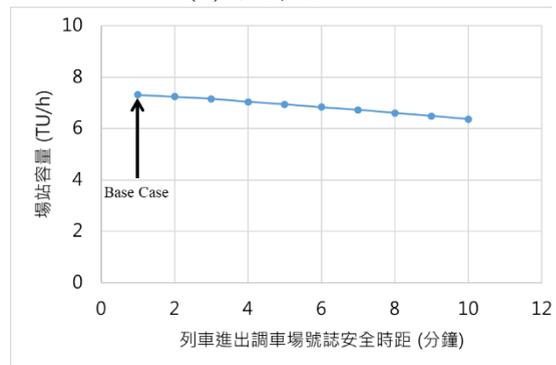
(1) 下行進站



(2) 下行離站



(3) 上行進站



(4) 上行離站

圖 5.2-10 進出調車場時距對編組站容量之影響

3. 交通組成

為了容易在 XY 座標圖中呈現敏感度分析結果，本測試範例以中途停站列車所占的比例來進行分析，而其餘的比例則是始發與終點列車各半，如此得到的敏感度分析結果如圖 5.2-11 所示。一般認為當交通組成單純時，容量會較高；而有多種車種混合運轉時，則容量會較低。在圖 5.2-11 中，可看到當中途停站列車占 100% 時，確實有較高的場站容量，不過當始發與終點列車各占 50% 時（亦即中途停站列車占 0%），基於以下原因，使得容量極低。

- (1) 始發與終點列車僅使用場站內的兩股道。
- (2) 始發列車的站內停靠時間較長。
- (3) 終點列車抵達場站後不再提供運輸服務。

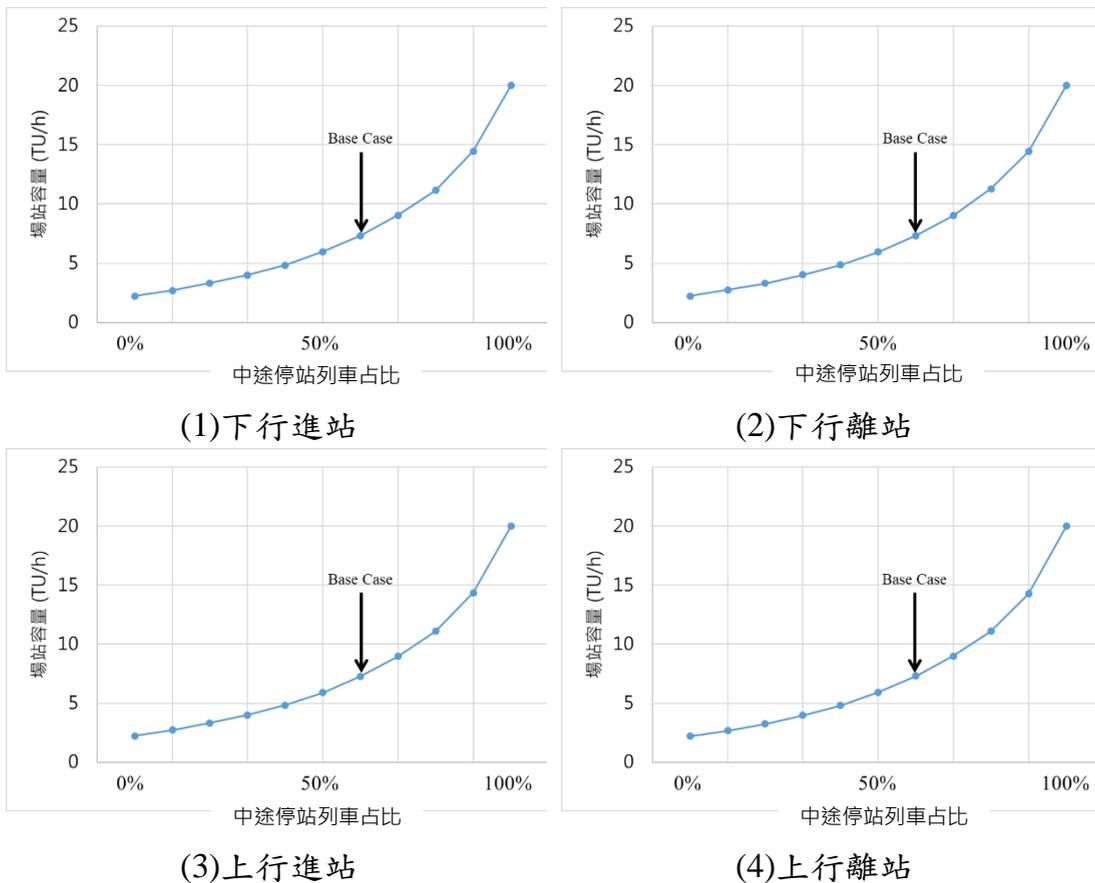


圖 5.2-11 交通組成對編組站容量之影響

5.3 中間折返站案例

本節以第 4.1.3 小節之測試範例來進行敏感度分析，分別從站內停靠時間、號誌安全時距以及交通組成等 3 面向，來探討對中間折返站容量之影響情形。

1. 站內停靠時間

當列車的停站時間和折返整備時間增加時，會導致場站容量下降，如圖 5.3-1 和圖 5.3-2 所示，其中因為折返整備時間遠大於停站時間，對容量影響的程度也較大。

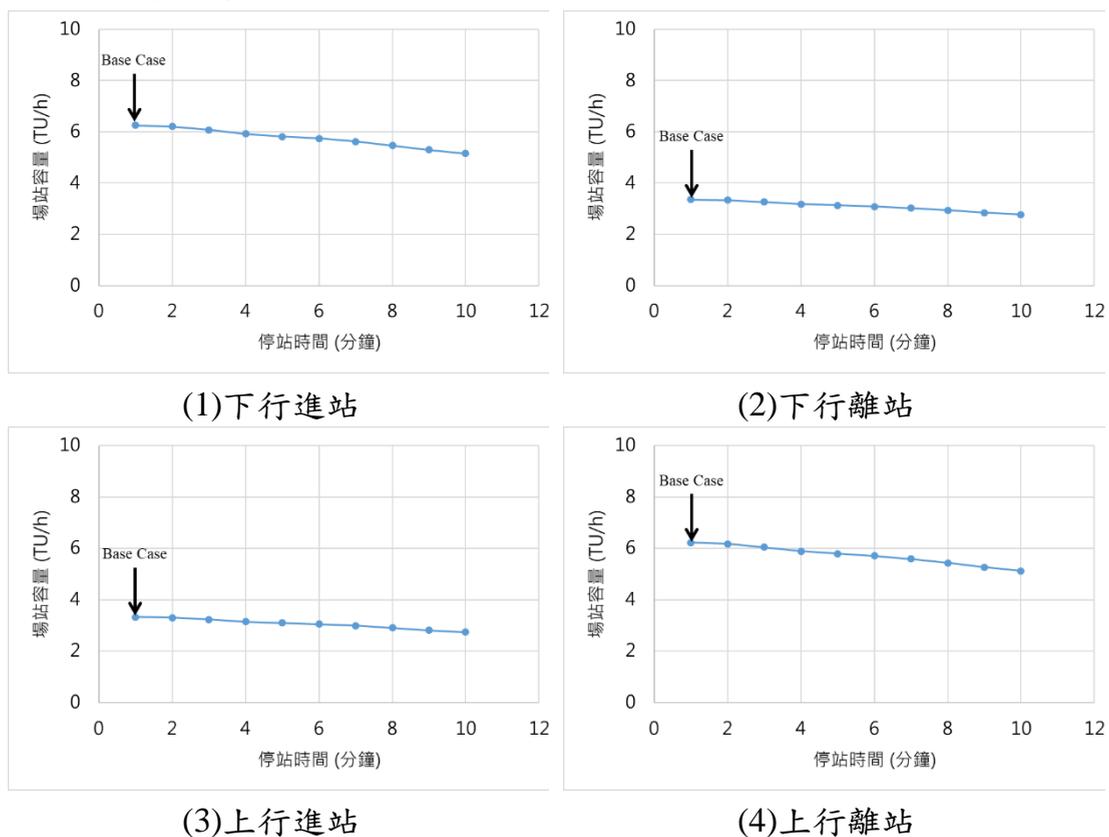


圖 5.3-1 停站時間對中間折返站容量之影響

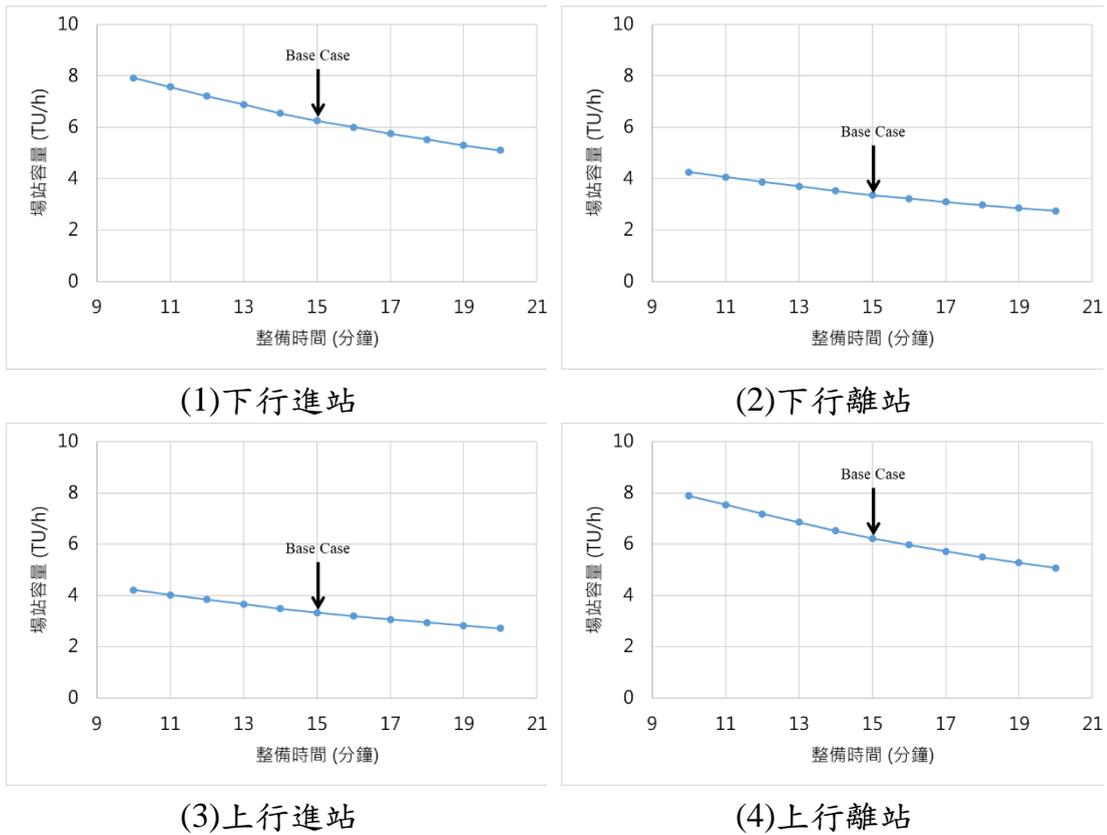
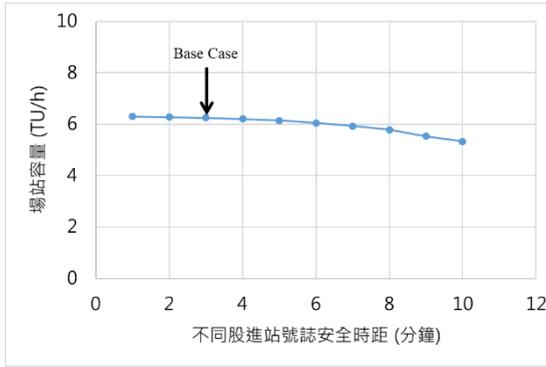


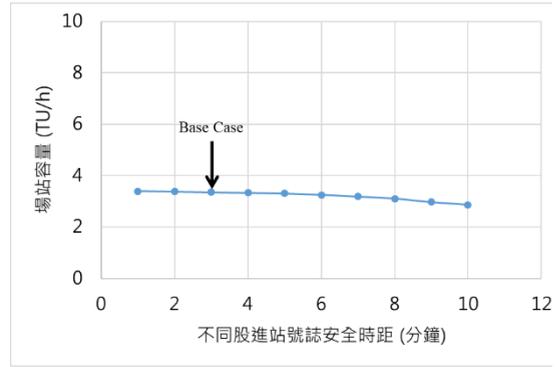
圖 5.3-2 折返整備時間對中間折返站容量之影響

2. 號誌安全時距

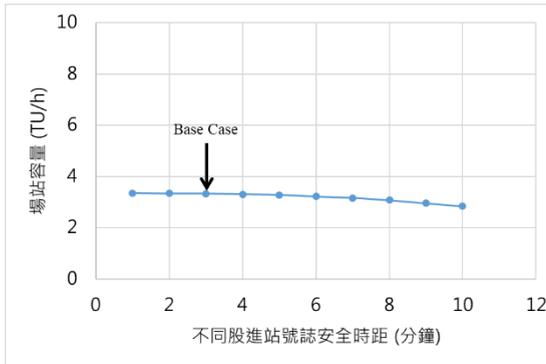
有關不同股道進站、不同股道離站、同股道先行列車離站至續行列車進站、平面交叉先離站後進站，以及平面交叉先進站後離站等號誌安全時距的敏感度分析結果，分別如圖 5.3-3~圖 5.3-7 所示，皆呈現時距越長容量越低的趨勢，不過可發現僅有平面交叉先離站後進站的號誌安全時距對容量影響較明顯，加上站內停靠時間的敏感度分析結果，綜整來說，折返整備時間與平面交叉先離站後進站時距是決定本測試範例之場站容量的主要因素。



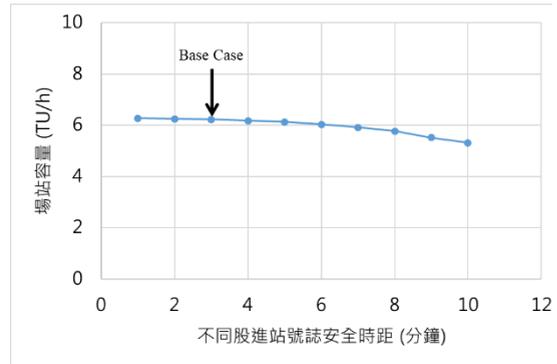
(1) 下行進站



(2) 下行離站

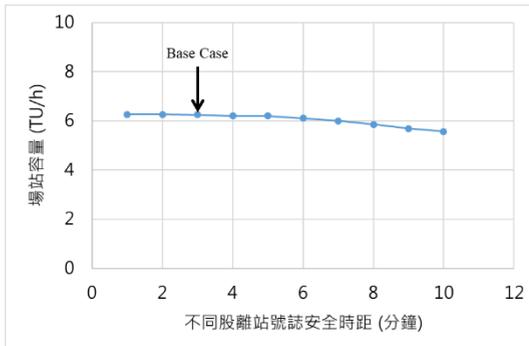


(3) 上行進站

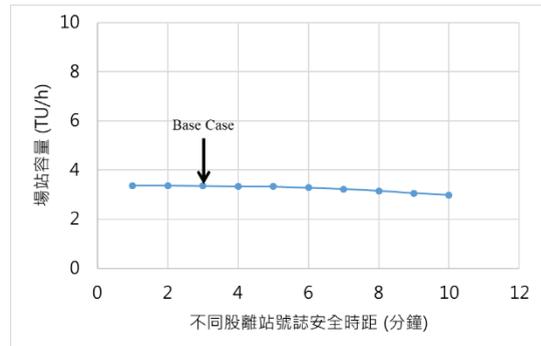


(4) 上行離站

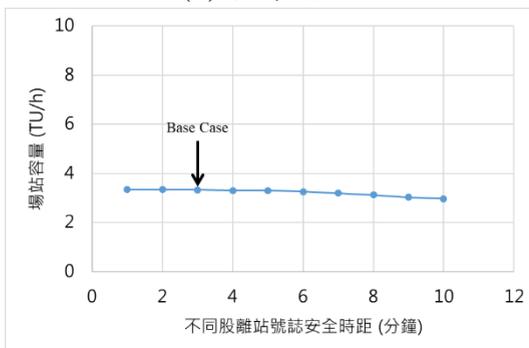
圖 5.3-3 不同股道進站時距對中間折返站容量之影響



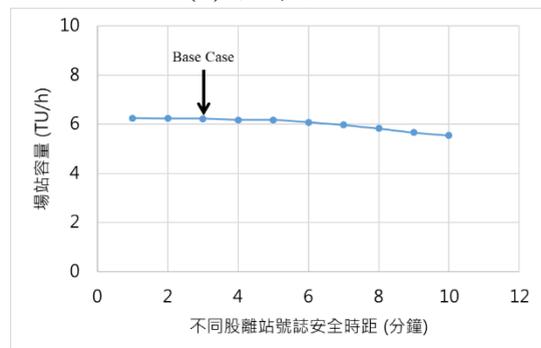
(1) 下行進站



(2) 下行離站

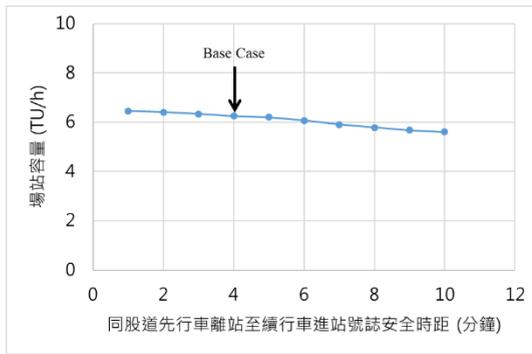


(3) 上行進站

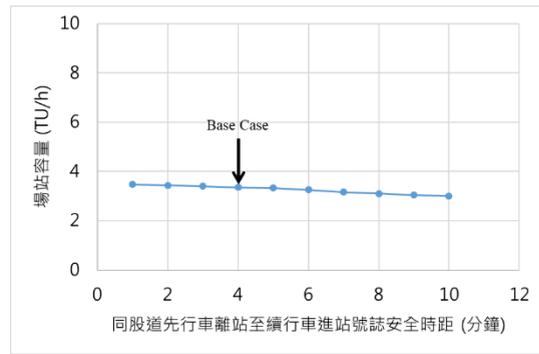


(4) 上行離站

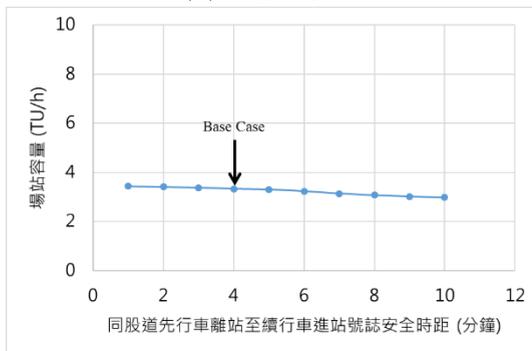
圖 5.3-4 不同股道離站時距對中間折返站容量之影響



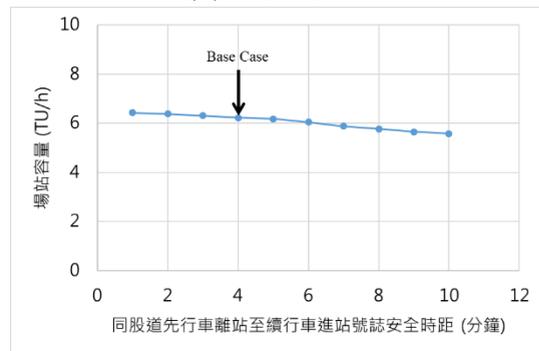
(1) 下行進站



(2) 下行離站

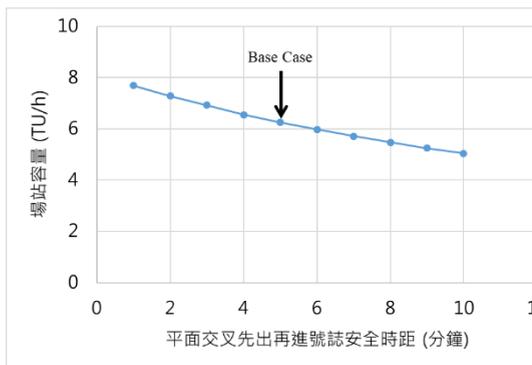


(3) 上行進站

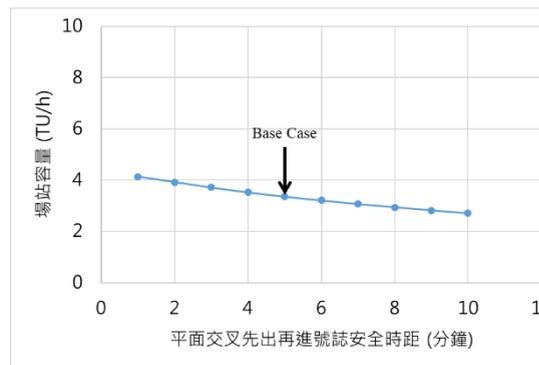


(4) 上行離站

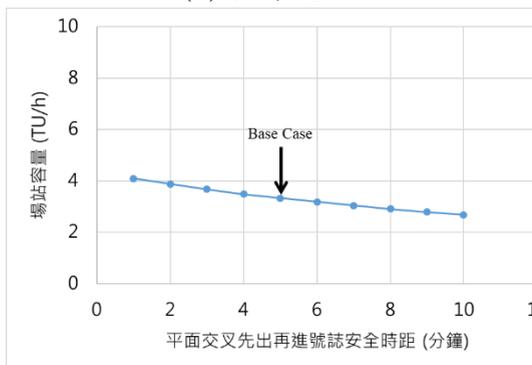
圖 5.3-5 同股道先行列車離站至續行列車進站時距對中間折返站容量之影響



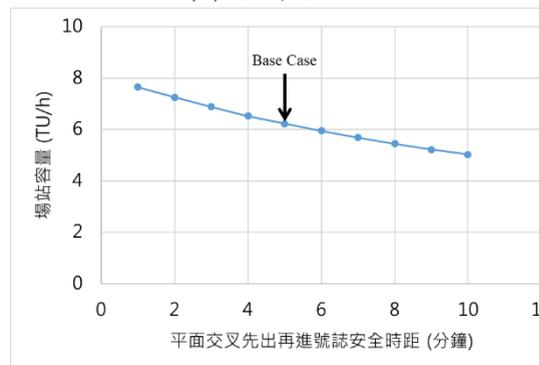
(1) 下行進站



(2) 下行離站



(3) 上行進站



(4) 上行離站

圖 5.3-6 平面交叉先離站後進站時距對中間折返站容量之影響

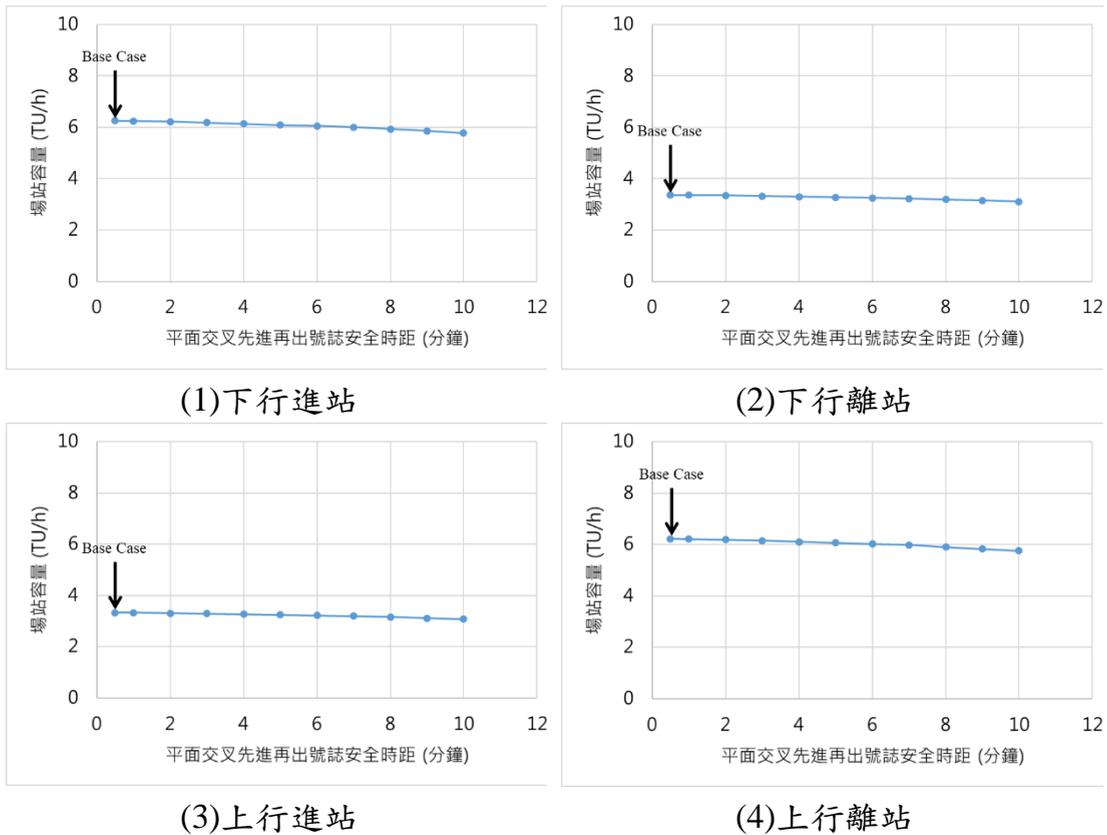


圖 5.3-7 平面交叉先進站後離站時距對中間折返站容量之影響

3. 交通組成

本測試範例以中途停站列車所占的比例來進行分析，其中上下行中途停站列車之比例各占一半，其餘則是折返列車。經敏感度分析得到的結果如圖 5.3-8 所示，當中途停站列車占 100% 時有最高的容量，此時由於下行列車於站內有兩股可使用，而上行只有一股，因此下行容量遠高於上行。隨著折返列車的加入，由於透過下行列車所用的一條股道來進行折返，因此可看到下行進站與離站之容量迅速下降；而上行方向亦受到折返列車影響而降低容量，但列車折返後便改為上行離站，進而提供了容量，因此上行離站之容量下降較慢。

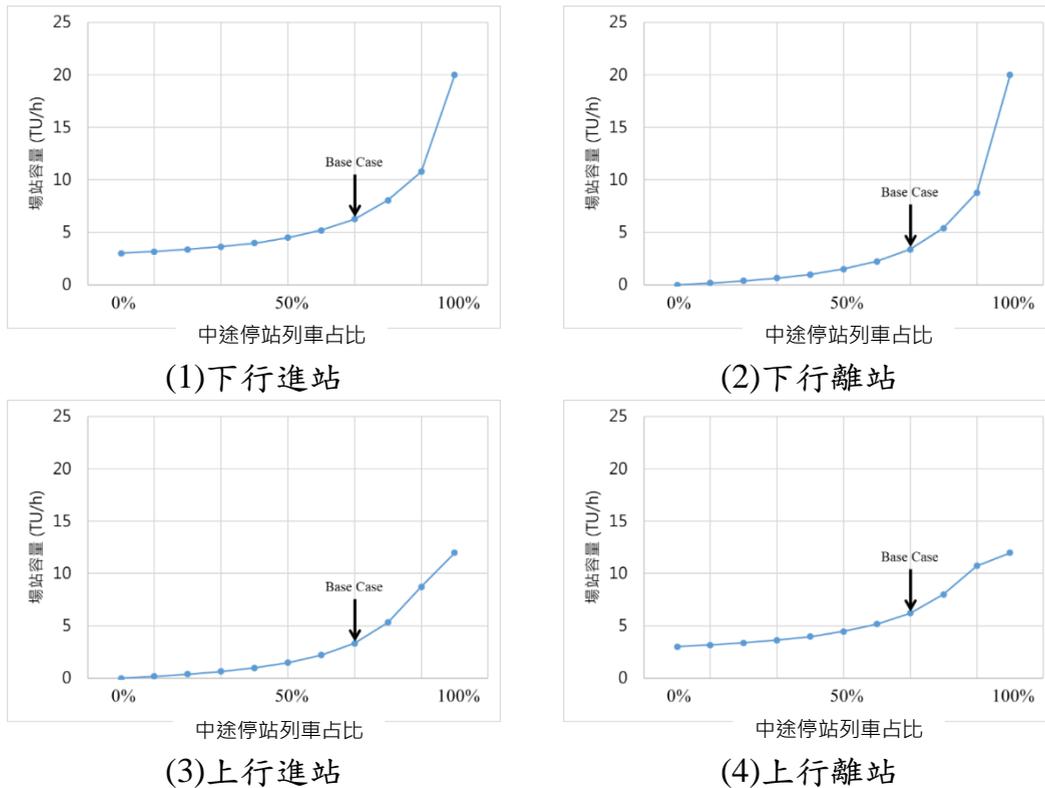


圖 5.3-8 交通組成對中間折返站容量之影響

5.4 臺鐵基隆站

第 5.1~5.3 節著重在探討模式理論之特性，而本節則以臺鐵基隆站為對象，探討其瓶頸原因並提出改善方向。

首先以經濟學中的彈性 (Elasticity) 觀念，將各項參數做為自變數，比較各項影響因素對場站容量的影響，其結果如圖 5.4-1 所示，其中 ε 之計算如式(5.1)，表示自變數由原值變動 $\pm 10\%$ 時，因變數變動的比率。

$$\varepsilon = \frac{\Delta y / y}{\Delta x / x} \quad (0.1)$$

式中： ε =彈性

x =自變數原值

Δx =自變數變化量

y =因變數原值

Δy =因變數變化量

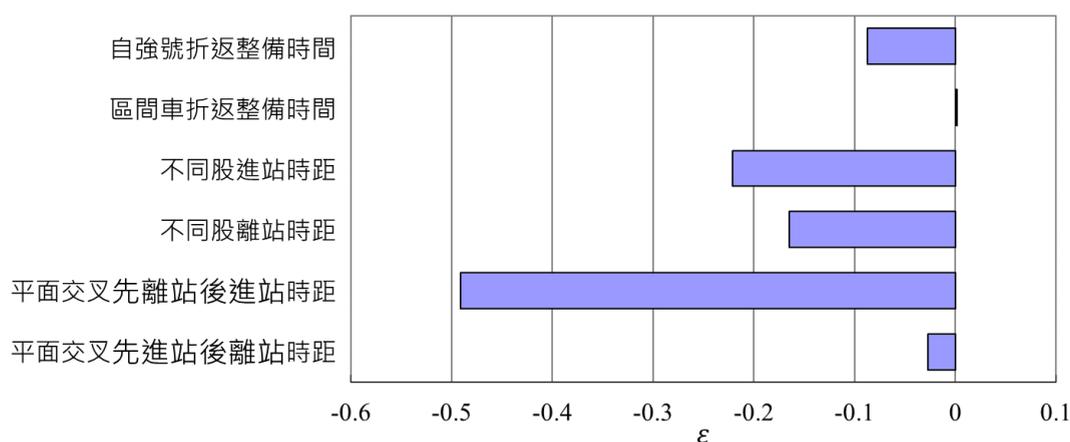
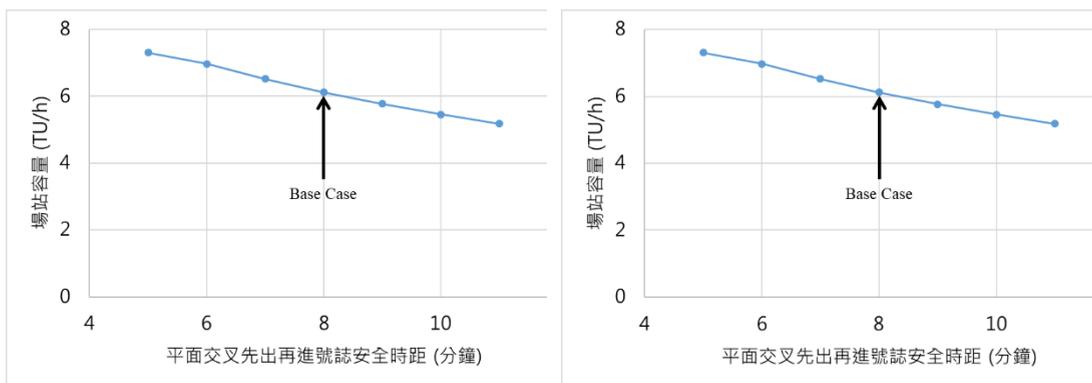


圖 5.4-1 基隆站之場站容量影響因素比較圖

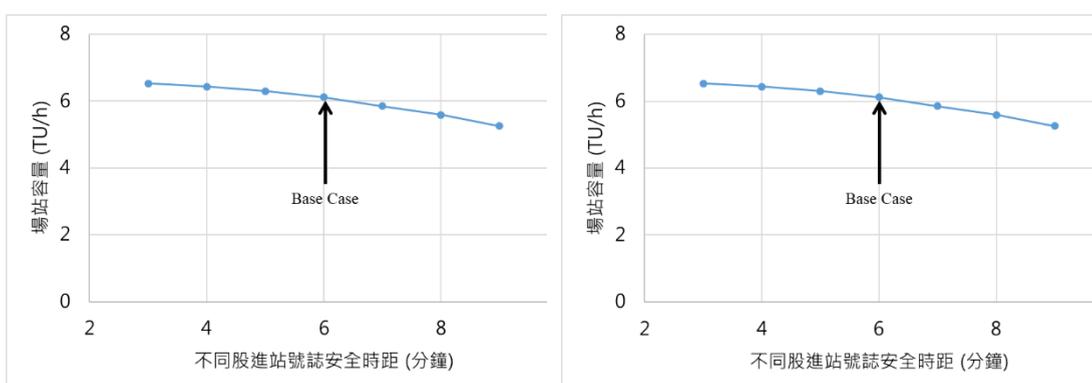
從圖 5.4-1 中可發現，平面交叉先離站後進站的號誌安全時距對場站容量的影響最大，是造成容量瓶頸之主因，其次則為不同股道進站和離站的號誌安全時距，再來才是自強號列車的折返整備時間。上述各項因素對場站容量的影響皆為負，故若要提高容量，可從減少號誌安全時距和折返整備時間等方面著手，除此之外，根據「臺灣鐵道容量手冊」^[2]對於鐵道容量的影響因素的闡述，尚可透過調整交通組成、軌道運用以及軌道布置等方式來來提升容量，以下分別進行討論。

1. 改善號誌安全時距

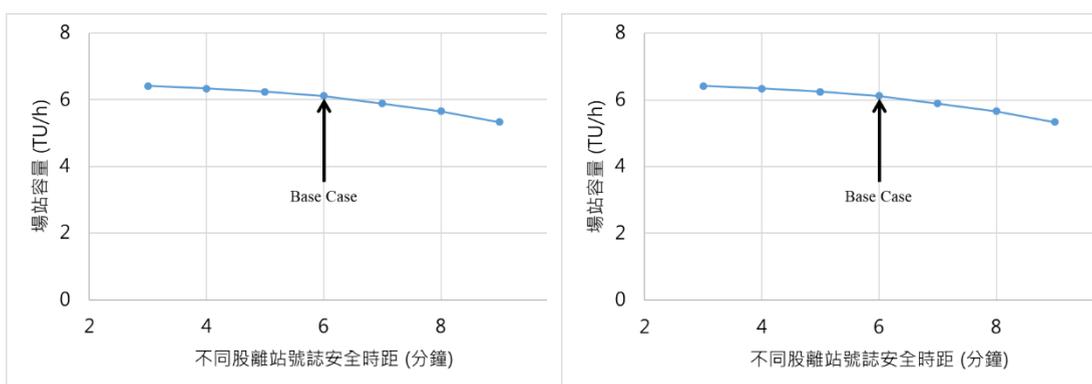
據臺鐵表示，基隆站因為站前橫渡線離車站較遠，且當三坑站下行方向有列車停靠時，也會影響基隆站列車出發，故號誌安全時距較長。若能調整橫渡線的設置位置，使其更靠近基隆站；或者調整道岔號數，來提高列車過岔速限，這些作法都有助於縮短號誌安全時距，在「臺灣鐵道容量手冊」^[2]中有相關的計算公式。以本計畫發展的模式來做敏感度分析，結果如圖 5.4-2~圖 5.4-4 所示，減少號誌安全時距進而可提升場站容量。不過考量目前基隆站實際路線條件，受到曲線與平交道的限制，實際上很難再做優化改善。



(1)進站 (2)離站
圖 5.4-2 平面交叉先進站後離站時距對基隆站容量之影響



(1)進站 (2)離站
圖 5.4-3 不同股道進站時距對基隆站容量之影響

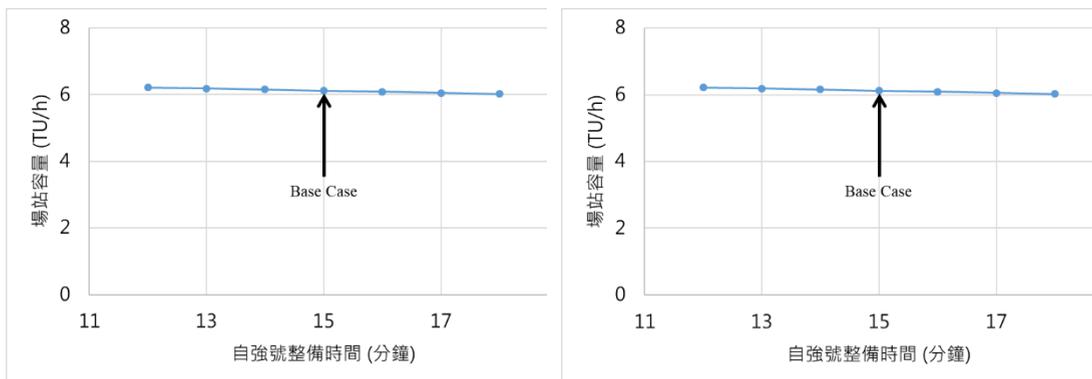


(1)進站 (2)離站
圖 5.4-4 不同股道離站時距對基隆站容量之影響

2. 改善折返整備時間

相對於縮短號誌安全時距，縮短折返整備時間的可行性較高。一般來說，列車折返整備包括車廂清潔、座位翻轉與垃圾運送等工作，而這些工作基本上可以藉由提高人員數量來縮短所需時間，本計畫同

樣透過敏感度分析，來計算自強號折返整備時間變化與場站容量之關係，結果如圖 5.4-5 所示，可供營運單位權衡取捨是否值得投入人力來獲得更高運能。



(1)進站

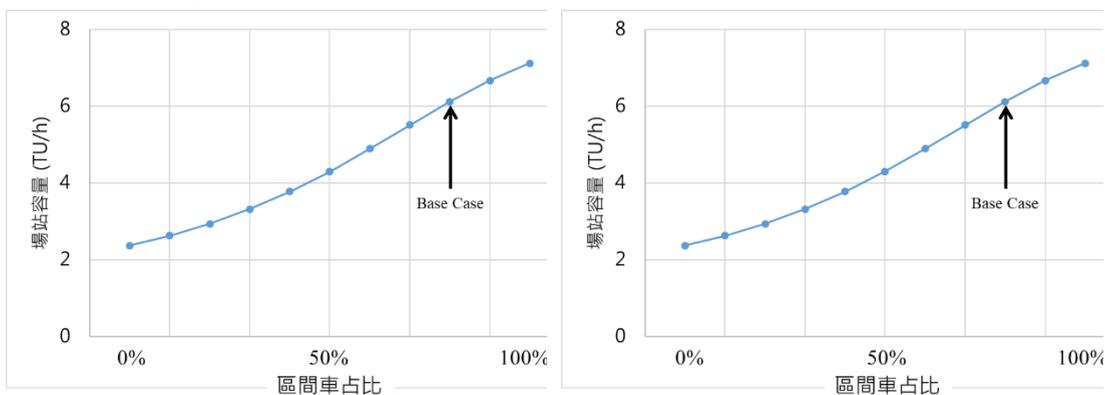
(2)離站

圖 5.4-5 自強號整備時間對基隆站容量之影響

3. 調整交通組成

本計畫針對不同交通組成進行敏感度分析的結果如圖 5.4-6 所示，若交通組成改為 100% 區間車，則容量可提升至 7.83 列車/小時。由於自強號的折返整備時間較長，且只能使用西副正線，對容量衝擊較大，少了自強號的影響，容量便能有所提升。

目前自強號在基隆—臺北的運行時間約 35~47 分鐘，而區間車約 43~55 分鐘，若排除區間車因待避自強號的增停時間，實際上區間車與自強號運行時間差不多，因此增加區間車的比例，對於旅行時間的衝擊不大，此外，區間車可載運更多旅客，就設計容量來說，改善效果甚至優於其他改善方向。



(1)進站

(2)離站

圖 5.4-6 交通組成對基隆站容量之影響

4. 調整軌道運用

若調整軌道運用，讓區間車與自強號均可使用所有站內股道，則場站容量的變化如圖 5.4-7 所示，由於自強號從原本只能使用西副正線，變成有四股道可使用，讓容量有明顯的改善。因此，如果能改用短編組的自強號，例如 8 輛編組的傾斜式列車，基隆站的軌道長度便足夠讓自強號停靠，藉此達到改善容量之效果。

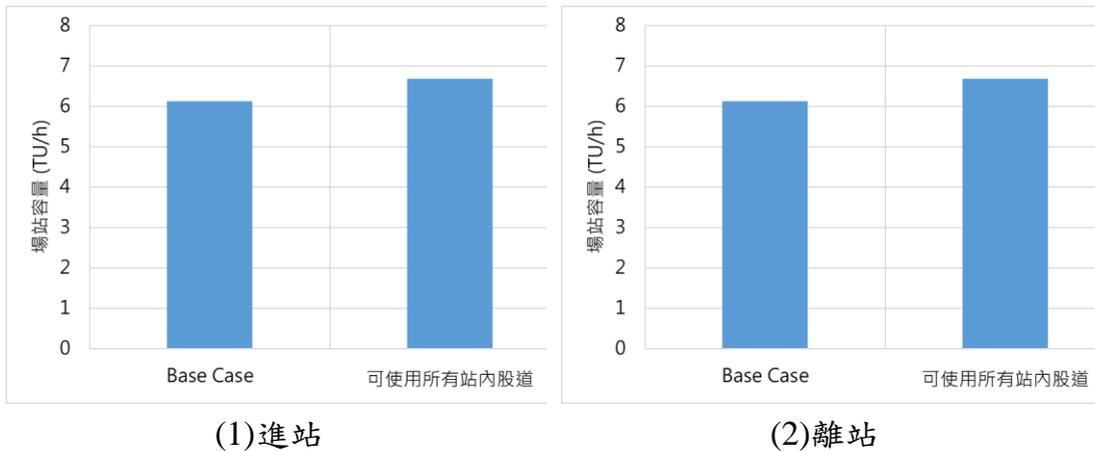


圖 5.4-7 軌道運用對基隆站容量之影響

5. 改善軌道布置

倘若基隆站後方可設置調車場，如圖 5.4-8 所示，則能讓上行列車停靠西主、副正線後進入調車場；而下行列車可從調車場至東主、副正線始發，如此不僅可避免原先列車進出車站所產生的平面交叉，同時，列車可改為在調車場內進行整備，進而大幅減少站內停靠時間，能有效提升容量。為了分析如上所述之軌道布置改善的情境，本模式各項參數均需要調整為如表 5.4-1~表 5.4-3 所示，在交通組成方面，維持自強號 20% 與區間車 80% 的比例，但分別改成一半列車以基隆為終點站，需停靠於站內 3 分鐘進行清車；另一半則以基隆為始發站，需停靠於站內 5 分鐘進行發車前準備。透過本模式分析後，可看到此作法對容量的提升有顯著的效果，結果如圖 5.4-9 所示。

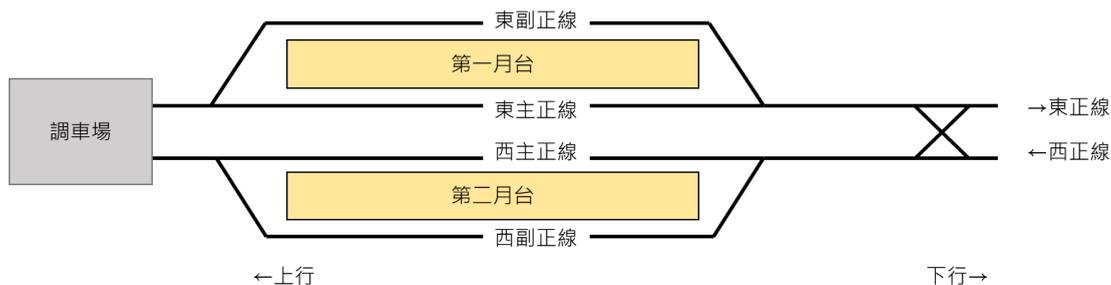


圖 5.4-8 基隆站軌道布置改善

表 5.4-1 基隆站軌道布置改善後之進路設定

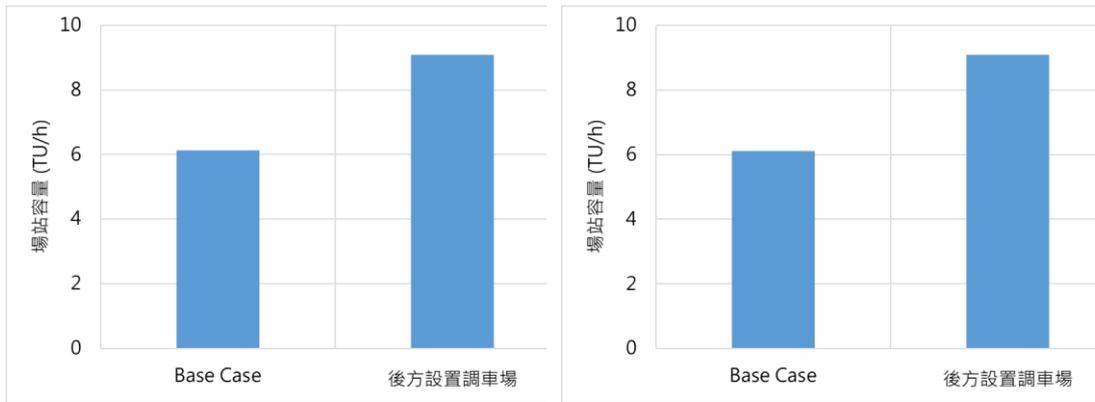
進路名稱	進路起始端點	進路結束端點
抵達進路 a	西正線	站內西副正線
抵達進路 b	西正線	站內西主正線
抵達進路 c	調車場	站內東主正線
抵達進路 d	調車場	站內東副正線
離開進路 a	站內西副正線	調車場
離開進路 b	站內西主正線	調車場
離開進路 c	站內東主正線	東正線
離開進路 d	站內東副正線	東正線

表 5.4-2 基隆站軌道布置改善後之行駛路徑設定

行駛路徑名稱	抵達進路名稱	離開進路名稱
行駛路徑 A	抵達進路 a	離開進路 a
行駛路徑 B	抵達進路 b	離開進路 b
行駛路徑 C	抵達進路 c	離開進路 c
行駛路徑 D	抵達進路 d	離開進路 d

表 5.4-3 基隆站軌道布置改善後之號誌安全時距設定

先行 續行	抵達 進路	抵達 進路	抵達 進路	抵達 進路	離開 進路	離開 進路	離開 進路	離開 進路
	a	b	c	d	a	b	c	d
抵達進路 a	540	360	-	-	-	-	-	-
抵達進路 b	360	540	-	-	-	-	-	-
抵達進路 c	-	-	660	360	-	-	-	-
抵達進路 d	-	-	360	660	-	-	-	-
離開進路 a	360	-	-	-	540	360	-	-
離開進路 b	-	360	-	-	360	540	-	-
離開進路 c	-	-	360	-	-	-	660	360
離開進路 d	-	-	-	360	-	-	360	660



(1)進站

(2)離站

圖 5.4-9 軌道布置對基隆站容量之影響

第六章 結論與建議

本計畫為「城際鐵道容量分析暨應用研究」2年期計畫之第1年期，本年度完成之重要工作為針對城際鐵路系統發展場站容量分析模式，並進行多項案例分析，藉此瞭解傳統鐵路路網中，編組站與末端站之容量分析方法與其對於整體系統容量之影響，可做為相關機關評估規劃之參據，研究成果並將做為本所後續第2年期進行鐵道容量分析軟體功能擴充之依據。彙整本計畫提出之重要結論與建議說明如下。

6.1 結論

1. 藉由歸納列車於場站內的運轉特性，本計畫成功建構具泛用性的場站容量分析模式，能考量路線條件、交通條件及控制條件等因素，分析末端站、編組站，以及中間折返站等各類型車站之場站容量。
2. 本計畫針對末端站、編組站與中間折返站分別設計測試案例，透過所建構的模式進行分析，以確認模式演算過程與運作方式的正確性。
3. 以臺鐵基隆、蘇澳、樹林、花蓮，和新竹等實際案例進行容量分析，在不考慮運轉寬裕的情況下，其結果如表 6.1-1 所示，皆與臺鐵公司的認知相符，其中差異較大之處為蘇澳站，主要原因是該站之運輸需求不高，因此尖峰時間尚未達到最密班次。

表 6.1-1 場站容量分析結果與臺鐵現行狀況比對表

車站	場站容量分析結果	臺鐵現行尖峰 小時班次數
基隆	可進出 6.73 列車/小時	6
蘇澳	可進出 4.94 列車/小時	3
樹林	從北端進 11.19 列車/小時、出 11.08 列車/小時	11
花蓮	從北端進 6.31 列車/小時、出 6.26 列車/小時	6
新竹	從北端主線進 6.66 列車/小時、出 6.63 列車/小時	6
	從南端主線進 6.66 列車/小時、出 6.69 列車/小時	6
	從支線進出 3.23 列車/小時	3

4. 根據臺鐵公司表示，目前基隆、樹林、花蓮和新竹等站於尖峰小時已開行最密班次數，難以再增加列車，從表 6.1-1 亦可知其寬裕所剩無幾，若以此情況來決定運轉寬裕時間係數，將會低估其數值。考量到未來若以低估的運轉寬裕來進行鐵道建設，將導致臺鐵會一直面臨寬裕不夠的窘境，因此本計畫建議將來鐵道建設計畫在進行場站容量分析時，運轉寬裕時間係數採用 0.15，以保有較多寬裕，讓營運時能維持一定的服務水準與可靠度。
5. 透過第五章敏感度分析之結果有以下幾點結論：
 - (1) 列車於站內停靠的時間，以及號誌安全時距的增加皆對場站容量有負面的影響，通常時間最長的參數是造成瓶頸的主因，例如折返整備時間或是平面交叉先離站後進站時距。在測試範例中，末端站的折返整備時間在 15 分鐘以上時，每增加 2 分鐘折返時間場站容量約下降 1 TU/h，中途折返站之折返整備時間則是每增加 5 分鐘約下降 2 TU/h；平面交叉先離站後進站時距部分，末端站每增加 1 分鐘約下降 1 TU/h，編組站與中間折返站每增加 4 分鐘約下降 1 TU/h。
 - (2) 站內軌道數的增加可提升場站容量，但列車進出仍要保持號誌安全時距，故容量不會隨著軌道數增加而無止盡的提升。在測試範例中，末端站增加到 5 個股道後容量便不再提升。
 - (3) 在交通組成方面，由於折返、始發或終點列車於站內會停靠較多時間，同時列車運行也較容易與其他列車產生平面交叉，因此減少這些列車之比例可提升場站容量。在測試範例中，編組站的中途停站列車占 100% 時（即無始發、終點列車時），其容量約為占比 50% 時的 3 倍多；而中間折返站的中途停站列車占 100% 時（即無折返列車時），其容量為占比 50% 時的 2~4 倍左右。
6. 本計畫以基隆站為例，展現所建構之模式不僅提供規劃或營運單位容量分析的工具，亦可用於研擬和評估容量改善方向。在應用上，不單只是透過調整參數數值來分析容量變化，還能針對軌道布置改變來比較其容量差異，可供實務上在設計規劃時，評估不同場站配置方案優劣之需求。

7. 本計畫執行期間辦理兩場教育訓練，共 59 人參與，讓各界了解容量分析在鐵道營運與建設上所扮演的角色。此外，首次針對鐵道建設計畫可行性研究或綜合規劃之容量分析成果，檢視其相關操作與設定是否合理，並提出改善建議，以建立正確的鐵道容量專業知識。

6.2 建議

1. 本計畫所發展的場站容量模式，在演算上具有一定複雜度，若要計算多個案例甚至是敏感度分析，計算量將會相當龐大，此外過程中亦有許多參數資料需要維護管理，因此建議後續應開發相關的電腦程式，以提高本模式之分析效率與實用性。在目前本所開發的「傳統暨區域鐵路系統容量分析軟體」中，尚未有分析場站容量之功能，本計畫第 2 年期（113 年）將以本年度開發之容量分析模式做為演算核心，在既有軟體中擴充開發相關功能，將可協助專業人員能更有效率地進行容量評估，也讓軟體功能更加完整。
2. 號誌安全時距是本模式的重要輸入參數之一，須根據任兩進路之關係進行設定，或是利用本所發展的解析公式來計算，兩者的操作過程都相當繁雜，本計畫第 2 年期（113 年）將研析號誌安全時距計算公式，提出標準化或簡化之操作與設定方式，亦可有助於上述未來軟體功能的開發。
3. 「2019 年臺灣鐵道容量手冊」出版至今已 4 年，而本所鐵道容量系列研究仍持續進行，本計畫第 2 年期（113 年）將擴充編訂該手冊，將場站容量分析之研究成果編入手冊中，以利相關人員使用。此外，在本年度教育訓練中，有使用者反映不易從手冊了解正確的軟體使用方法，因此未來在手冊編訂時，亦將加強範例操作說明。
4. 在現有的「傳統暨區域鐵路系統容量分析模式」中，係根據臺鐵所採用的三位式號誌系統，依其運作原理來計算號誌安全時距。然而，城際鐵道系統的號誌系統種類繁多，例如高鐵的自動列車控制系統（Automatic Train Control, ATC），不能以現有模式來評估其容量，此外，若要探討臺鐵號誌系統升級改善容量之課題，現有模式亦無法處理。建議未來視軌道營運業者需求，適時發展先進號誌安全時

距計算模組，以應對不同號誌系統之鐵道系統的容量分析需求。

5. 隨著國內鐵道建設的持續推動，掌握鐵路運能供給狀況是至關重要的工作之一，因此建議善用鐵道容量系列研究之成果建立相關資訊平臺，並運用資料視覺化技術以及商業智慧（Business Intelligence，BI）工具，直觀地呈現鐵道容量相關數據，使政府機關與營運機構能更容易掌握國內鐵路系統的運輸能力，同時也讓各界能在一致的基礎上來探討鐵道容量瓶頸問題與改善策略。
6. 鐵道容量分析軟體雖可大幅提升容量分析工作效率，但為了設定輸入參數，需先花費相當的人力與時間蒐集與整理相關資料，因此建議可先從臺鐵著手，彙整容量分析所需資料，並建置成資料庫供分析人員使用，同時應建立資料維護與更新機制，以確保資料的正確性。
7. 教育訓練不論是對顧問公司或政府機關都有極高助益，不過兩者的需求有所不同，顧問公司須加強鐵道容量分析專業知識，才能正確地進行容量分析以獲得合理的結果；而政府機關則須培養對鐵道容量分析結果的檢核能力，故建議未來應持續視其需求滾動調整辦理。
8. 過去可能因為缺乏適切的工具和方法，國內鐵道建設長期以來對於鐵道容量議題並不重視，但隨著本所出版鐵道容量手冊與軟體，相關分析工具已漸漸完備。建議政府應在相關法規或制度中要求，在鐵道建設的可行性研究和綜合規劃階段，必須進行容量分析並經過審議，以避免在建設完成後無法提供預期之容量，有了足夠的容量，鐵道營運機構也才有空間透過各種管理機制，來善用其運能以創造收益。

參考文獻

1. 台灣高速鐵路股份有限公司網頁，<https://www.thsrc.com.tw/>。
2. 「2019 年臺灣鐵道容量手冊」，交通部運輸研究所，民國 109 年。
3. 「軌道系統容量與可靠度分析研究(1/3)」，交通部運輸研究所，民國 100 年。
4. 「軌道系統容量與可靠度分析研究(2/3)」，交通部運輸研究所，民國 101 年。
5. 「軌道系統容量與可靠度分析研究(3/3)」，交通部運輸研究所，民國 102 年。
6. 「軌道容量研究－臺鐵系統容量模式之建構分析(一)」，交通部運輸研究所，民國 94 年。
7. 「軌道容量研究－臺鐵系統容量模式之建構分析(二)」，交通部運輸研究所，民國 95 年。
8. 「單線連續區段軌道容量模式分析(2/2)」，交通部運輸研究所，民國 106 年。
9. 「單線連續區段軌道容量模式分析暨整體容量軟體改版研究(1/2)」，交通部運輸研究所，民國 104 年。
10. 「傳統暨區域鐵路系統容量分析軟體之升級改版與推廣作業(1/2)」，交通部運輸研究所，民國 107 年。
11. 「傳統暨區域鐵路系統容量分析軟體之升級改版與推廣作業(2/2)」，交通部運輸研究所，民國 108 年。
12. 「運輸系統容量分析暨應用研究－軌道系統(1/4)」，交通部運輸研究所，民國 96 年。
13. 「運輸系統容量分析暨應用研究－軌道系統(2/4)」，交通部運輸研究所，民國 97 年。

14. 「運輸系統容量分析暨應用研究－軌道系統(3/4)」，交通部運輸研究所，民國 98 年。
15. 「運輸系統容量分析暨應用研究－軌道系統(4/4)」，交通部運輸研究所，民國 99 年。
16. 「臺灣地區軌道系統容量研究架構暨臺北捷運系統容量分析」，交通部運輸研究所，民國 93 年。
17. 「應用鐵道容量分析方法進行營運改善規劃」，交通部運輸研究所，民國 111 年。
18. 交通部臺灣鐵路管理局網頁，<https://www.railway.gov.tw>。
19. 朱泓宇，「傳統鐵路多軌化進出站時隔公式之研發與應用」，國立臺灣大學碩士論文，民國 103 年。
20. 陳佑昇，「以路徑組合為基礎之車站容量模式研發」，國立臺灣大學碩士論文，民國 111 年。
21. 黃笙玆、鍾志成、李崑育、賴勇成、張舜淵、劉昭榮，「複雜場站之容量分析模式」，第 36 屆中華民國運輸學會論文集，民國 110 年 12 月。
22. Abril, M., Barber, F., Ingolotti, L., Salido, M.A., Tormos, P., Lova, A., "An Assessment of Railway Capacity", *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Volume 44, Issue 5, P.774-806, 2008.
23. Armstrong, J., Preston, J., "Capacity Utilisation and Performance at Railway Stations", *Journal of Rail Transport Planning & Management*, Volume 7, Issue 3, p.187-205, 2014.
24. Hansen, L.A., "Station Capacity and Stability of Train Operations", *Computers in Railways VII*, 2000.
25. International Union of Railways (UIC), **UIC leaflet 406 Capacity (2nd edition)**, UIC, Paris, 2013.
26. Jia, F., Jing, X., Li, H., Yu, X., Xu, X., and Jing, M., "Passenger-oriented Subway Network Capacity Calculation and Analysis Based on Simulation", *Transportation Letters*, 13(8), p.555-567, 2020.

27. Kianinejadoshah, A. and Ricci, S., "Comparative Application of Methods for Nodes Capacity Assessment", *Transportation Research Procedia*, Volume 53, p.72-79, 2021.
28. Kianinejadoshah, A. and Ricci, S., "Comparative Application of Methods for the Combined Lines-nodes Capacity Assessment", *International Journal of Transport Development and Integration*, Volume 4, Issue 3, p.243-251, 2020.
29. Kittelson & Associates, Inc., **Transit Capacity and Quality of Service Manual 3rd Edition (TCRP Report 165)**, Transportation Research Board, National Research Council, U.S.A., 2013.
30. Landex, A., "Capacity at Railway Stations", *WCRR*, 2011.
31. Malavasi, G., Molková, T., Ricci, S., Rotoli, F., "A Synthetic Approach to the Evaluation of the Carrying Capacity of Complex Railway Nodes", *Journal of Rail Transport Planning & Management*, Volume 4, Issues 1-2, p.28-42, 2014.
32. Mussone, L. and Calvo, R. W., "An Analytical Approach to Calculate the Capacity of a Railway System", *European Journal of Operational Research* 228, p11-23, 2013.
33. Pahl, J., **Railway Operation and Control**, VTD Rail Publishing, 2002.
34. Pouryousef, H., Lautala, P., White, T., "Railroad Capacity Tools and Methodologies in the U.S. and Europe", *Journal of Modern Transportation* 23, p.30-42, 2015.
35. Pu, Y., **Capacity Analysis of the Union Station Rail Corridor using Integrated Rail and Pedestrian Simulation**, Thesis for the degree of Masters of Applied Science, Department of Civil Engineering, University of Toronto, 2017.
36. Sameni, M. K., Dingler, M., Preston, J. M., and Barkan, C. P. L., "Profit-Generating Capacity for a Freight Railroad", *TRB 90th Annual Meeting*, Washington, DC., 2001.

37. Sameni, M. K., Landex, A., and Preston, J., "Developing the UIC 406 Method for Capacity Analysis", *Proceedings for 4th International Seminar on Railway Operations Research*, 2011.
38. Sogin, S., Dick, C., Lai, Y., Barkan, C. P., "Analyzing the Incremental Transition from Single to Double Track Railway Lines", *Proceedings of the International Association of Railway Operations Research (IAROR) 5th International Seminar on Railway Operations Modelling and Analysis*, Copenhagen, Denmark, 2013.

附錄一 期中報告審查會議意見與處理情形



期中報告審查會議意見與處理情形

	意見內容	回覆意見	本所主辦單位 審查意見
鄭 委 員 永 祥	1. 有關本研究所開發的城際鐵道容量分析-編組站及末端站的容量模式建構，與目前世界上常用的容量分析商用軟體功能上是否有明顯之差異？是否可加以比較？另外本研究所開發模式之未來擴充性如何？是否可有效推廣到各種不同類型編組站及末端站之運用？建議於報告中補充相關分析。	目前沒有專門計算鐵路容量的商用軟體，容量分析僅是該等商用軟體的功能之一，差別在於分析容量所使用的模式不同，從文獻中可知商用軟體常用的方式有 UIC Code 406 或是時間序列模擬，相關內容詳見報告書第 2.2.3 小節。 另外，本計畫所發開之模式可推廣到其他不同類型之場站，前提是要符合模式建構時所考量的列車運轉特性，如此便能用本模式來分析該場站之容量。	同意承辦單位 處理情形
	2. 有關列車進路的亂數變動過程建議可再詳細解釋，俾利了解。	列車在抵達場站時，若有多條可用的行駛路徑，則會隨機選擇其中一條，選定後便不會再更改，亦即決定了該列車抵達與離開場站所使用的進路，詳見報告書第 3.6.1 小節。	同意承辦單位 處理情形
	3. 有關本研究所提到模擬過程之冷機與暖機階段各占 20% 之考量，建議可再補充說明。	目前冷機與暖機階段各占 20% 之考量為保守估計，後續會再透過案例來測試需多少冷暖機時間。	同意承辦單位 處理情形
	4. 認同本研究後續編組站選定樹林站為主要應用案例，惟建議仍需考量容量分析模式設計對操作者使用介面之友善性。	遵照辦理，於明年度的容量軟體開發工作中，將會考量友善性來設計使用介面。	同意承辦單位 處理情形
陳 委 員 信 雄	1. 經檢視期中報告呈現之研究方法正確，研究範圍與研究課題亦符合工作計畫書要求。	敬悉。	同意承辦單位 處理情形

	意見內容	回覆意見	本所主辦單位 審查意見
陳 委 員 信 雄	2. P.1-4「台灣高鐵…，自民國 93 年起陸續通車」應調整為「台灣高鐵…，自民國 96 年起陸續通車」；另「沿線設有 4 個車輛基地及 1 個總機廠」，因汐止基地尚未建置，建議調整為「目前沿線設有 3 個車輛基地及 1 個總機廠」。	已修正，詳如報告書第 1.4 節。	同意承辦單位 處理情形
	3. P.2-12-P.2-13 有關圖 2-14~16 中之「至燕巢機廠的聯絡線」建議修正為「至左營基地的聯絡線」。	已修正，詳如報告書第 2.2.2 小節。	同意承辦單位 處理情形
	4. P.3-1 實務上鐵道系統會有列車於指定車站折返營運的狀況，而該車站並無鄰接車輛基地，因此該類型折返站是否應視為編組站的一種，抑或另為分類，建議可再討論釐清。	委員所述之車站屬於「中間折返站」，其列車運轉特性有停靠及折返兩種作業，建構模式時已考量相關特性，故也適用本模式來進行容量分析，補充說明於報告書第 3.1 節。	同意承辦單位 處理情形
	5. P.3-1 有關本研究之測試案例，建議可再增加單純的中間折返站，俾利使用者了解。	已增加「中間折返站」之案例，詳如報告書第 4.1.3 小節。	同意承辦單位 處理情形
	6. P.4-10 建議說明表 4.6 之始發列車的站內時間組成意涵，例如「站內停靠時間」10 分鐘是否為整備時間+上車時間 2 分鐘，俾利使用者了解。另末端站案例測試部分，建議參考表 4.6 說明列車從到站至發車的站內時間組成。	遵照辦理，詳如報告書第 4.1.1 小節。	同意承辦單位 處理情形
	7. P.4-19 建議註明表 4.13 之各車種的站內時間組成。	遵照辦理，詳如報告書第 4.1.3 小節。	同意承辦單位 處理情形
周 委 員 永 暉	1. P.2-9 參酌計畫期程與進度，本研究之文獻回顧內容符合，但參考文獻之對應來源，請再檢視，例如：圖 2-10 資料來源為【43】，但查無此項，應為錯誤，並請通案檢視之。	圖 2.2-6 之資料來源為誤植，應為[33]，已於報告中修正，並依審查意見全面檢視參考文獻之對應來源是否正確。	同意承辦單位 處理情形

	意見內容	回覆意見	本所主辦單位 審查意見
周 委 員 永 暉	2. P.2-6 就場站容量分析所提月臺布設之簡化模式，建議圖 2-7 能配合案例在專章專節分析說明。	本計畫發展之場站容量分析模式，並沒有月臺軌道布設之簡化模式，而是讓使用者根據實際軌道運用狀況設定進路與相關參數後，來評估場站容量。至於圖 2.2-3，僅做為說明編組站軌道配置複雜的一個例子，後續於期末報告中將會選定一處編組站進行案例分析，屆時將會配合軌道配置圖來說明輸入參數的設定。	同意承辦單位 處理情形
	3. P.2-8~P.2-9 圖 2-8 與圖 2-9 分別為臺、高鐵之末端站現況，建議可分別做為案例進行容量試算，並以不同月臺布設型態進行情境分析，另可搭配圖 2-10 之聯鎖區域元件圖補充說明其連貫性。	由於本計畫的時程有限，難以全面針對國內所有城際鐵道之編組站和末端站進行案例分析，故選定具代表性之車站，做為案例分析的對象。另外，圖 2.2-6 係以微觀角度說明進路之間的複雜關係，本計畫並非依此來建構模式，而是考量進路間的關係來評估場站容量，沒有探究連鎖區內各元件的封鎖狀態。	同意承辦單位 處理情形
	4. P.3-5 有關圖 3-6 場站容量分析模式之演算概念與圖 3-8 的場站容量分析模式架構，其關聯性為何，建議補充說明。	圖 3.3-1 之架構為基於圖 3.2-1 之演算概念下，說明模式內需要考慮哪些因素、進行何種處理，以及可獲得甚麼結果等各項輸入和輸出之間的關係。依審查意見，補充說明於報告書第 3.3 節。	同意承辦單位 處理情形
	5. 本研究依據第 3 章之模式架構進行第 4 章之實例分析，變數與參數之關係至為重要，例如：P.4-13 所提編組站之站內停靠時間敏感度分析涉及(1)停站時間(2)始發列車的整備時間(3)終點列車的清車時間，其涉及之變數與參數建議具體補充說明，以利讀者了解實例應用之關係。	遵照辦理，於報告書第 3.5 節補充說明參數定義。	同意承辦單位 處理情形
李 委 員 宇 欣	1. 本研究能以運行圖顯示模擬分析結果，將可提供更多資訊，值得肯定。	敬悉，相關案例分析成果均會擷取時空圖之片段進行呈現，詳如報告書第四章。	同意承辦單位 處理情形

意見內容	回覆意見	本所主辦單位 審查意見
2. 本研究能納入進路考量是很正確的作法，惟後續年期之研究是否亦會融入編組站、末端站以外之車站容量分析，建議可補充說明。	過去本所開發的容量分析程式已有考量一般車站的進路因素。	同意承辦單位處理情形
3. 本研究使用同一套模式分析編組站及末端站容量的作法，值得肯定，惟此是否意味所有車站之容量皆可使用相同的方法進行分析，建議補充說明。	本計畫考量列車於場站內的各種運轉情況來發展模式，理論上只要符合這些運轉情況的車站，便可使用本模式進行容量分析。	同意承辦單位處理情形
4. P.2-29 如文獻回顧所述，UIC406 文件所提出的班表壓縮法需要有班表才能使用。而本研究之模擬結果即是班表，建議可嘗試以此班表進行模擬，並可與報告之圖 2-30 相比較，或許可獲取寶貴之資訊。	在本模式的模擬結果中，列車之間不僅沒有衝突，而且已是緊密地運行，因此若將模擬結果再套入 UIC 406 方法，也無法再進一步壓縮班表了。	同意承辦單位處理情形
5. 建議本研究應先釐清編組站及編組站容量的定義，並在其定義中思考基地因素是如何影響路線容量。	遵照辦理，補充說明於報告書第 3.1 節。	同意承辦單位處理情形
6. 實務上為提高車站之容量，常會視車站之繁忙狀況而適當安排列車進出基地所使用之股道，建議本研究可分析上述做法對車站容量提升之效果。	若列車使用不同軌道進出場站或基地，則只需調整該車種的行駛路徑，模式便能反映其對容量之影響。	同意承辦單位處理情形
7. P.4-13 有關對編組站之敏感度測試，建議加做「進出基地列車數量等於零」之情境，並同樣呈現分析數據及與圖 4-9 相同之運行圖，再將測試結果與有列車進出基地之情境對照分析，應可獲得進出基地列車數對編組站容量之影響程度。	有關進出基地列車數對編組站容量之影響程度，可參考報告書第 5.2 節之結果，隨著中途停站列車站占比變化，可適度反應進出基地列車增加對編組站容量之影響程度。	同意承辦單位處理情形

李委員
宇欣

	意見內容	回覆意見	本所主辦單位 審查意見
李 委 員 宇 欣	8. 建議本研究可以圖 2-14 所示之台灣高鐵左營站進行容量測試分析，除將對本研究之涵蓋面大有助益外，分析結果對高鐵系統應具有重要的參考價值。	由於本計畫的時程有限，難以全面針對國內所有城際鐵道之編組站和末端站進行案例分析，故最後選定臺鐵系統中具代表性之車站，做為案例分析的對象。	同意承辦單位 處理情形
	9. 鑑於臺鐵系統之北湖站及潮州站均為相當重要且具代表性之編組站，建議本研究可以此二站為案例進行容量分析。	本計畫案例分析之選定將由本所及相關單位與研究團隊於工作會議及相關會議中討論確認。	同意承辦單位 處理情形
	10. 有鑑於增加車埕站之股道數對提高集集線全線容量甚有助益，爰建議可考量以車埕站為做為末端站容量分析之案例，以凸顯本研究模式軟體之分析功能。	本計畫案例分析之選定將由本所及相關單位與研究團隊於工作會議及相關會議中討論確認。	同意承辦單位 處理情形
	11.P.4-17 建議以基隆站之型式為基礎，探討末端站之站內股道數量與容量之關係。	有關末端站之站內股道數量與容量之關係，已於報告書第 5.1 節進行敏感度分析。	同意承辦單位 處理情形
	12.P.4-25 依據本研究案例分析結果顯示，在基隆站若全部開行區間車對場站容量將大幅提升，其主要因素是股道或車種所致，建議可補充相關分析。	有關基隆站案例交通組成與軌道運用對於容量影響之敏感度分析，詳如報告書第 5.4 節。	同意承辦單位 處理情形
	13.P.4-25 有關交通組成對基隆站容量影響之模擬探討，建議於分析時可假設區間車與自強號均可使用所有站內股道，以更凸顯交通組成對車站容量之影響程度。	有關基隆站案例交通組成與軌道運用對於容量影響之敏感度分析，詳如報告書第 5.4 節。	同意承辦單位 處理情形

	意見內容	回覆意見	本所主辦單位 審查意見
李 委 員 宇 欣	14. 依本研究之分析結果顯示，運轉寬裕係數對容量之分析結果有重大影響，爰未來之容量分析是否需有一通用之運轉寬裕係數，抑或是各站需個別設定運轉寬裕係數，建議可補充說明。	本計畫認為應有一通用之運轉寬裕係數，但期中階段僅有基隆站 1 個實務案例，針對其他案例之運轉寬裕係數分析詳如報告書第 4.2 節。	同意承辦單位處理情形
陳 委 員 慧 君	1. 本研究基於編組站與末端站的軌道與月台配置沒有一定型式，爰歸納為編組站與末端站兩類車站建構通用模式分析，由於車站容量受橫渡線配置及位置、調車場移設等因素影響，也直接影響本研究模式之進路與號誌安全時距等參數之輸入，建議就相關影響因素於模式中如何處理，或屬於模式適用之限制等內容補充說明。	當橫渡線配置及位置、調車場移設時，在模式中主要是會改變進路與進路之間的关系，例如改成立體交叉能夠消除一些平面交叉的進路，相關說明補充於報告書第 3.5 節。	同意承辦單位處理情形
	2. 有關號誌安全時距及站內停靠時間等參數，基於臺鐵局已有實務經驗值，建議是否以該經驗值輸入分析、比較，做為實務上可精進之具體建議。	本計畫之案例便是根據臺鐵局(現臺鐵公司)建議之數據來設定各項參數。	同意承辦單位處理情形
	3. 目前本研究模式之案例分析應用，於末端站是以基隆站為案例，於編組站是以樹林站為案例，係考量最繁忙車站較具代表性，建議在本研究模式之經費時間允許下，是否可再分別增加一案例分析應用，建議也可選擇目前研議中之立體化計畫為案例，可及時提供綜合規劃參考，並於後續教育訓練中做為案例進行分享。	目前研議中或進行中之計畫可由鐵道局提供給本計畫參酌納為教育訓練中的案例。	同意承辦單位處理情形
	4. 本研究與運研所發展之其他鐵路運輸容量手冊等容量分析工具之整合運用，請補充說明。	本依循與過去研究相同的方式進行整合，亦即未來進行容量分析時，除了可針對連續區段、單一區段之外，還能針對場站分析其容量，此作法有利於找出系統之瓶頸所在，而瓶頸所在處也決定了整個系統的運能。	同意承辦單位處理情形

	意見內容	回覆意見	本所主辦單位 審查意見
楊 委 員 凱 評	1. 簡報 P.25 有關本研究模式軌道布置之設定，建議可提供使用者較容易之設定方式（如直接輸入站內股道數即產生簡圖，再由使用者依實際需求進行修改），俾利使用者後續分析。	本年度計畫著重在模式開發，此課題將會是明年度的重點之一，軟體介面將朝讓使用者容易操作的方式進行設計。	同意承辦單位 處理情形
	2. 簡報 P.26 有關本研究模式之行駛路徑及交通組成設定方式，建議儘可能採較友善方式設計，以簡化使用者之操作流程。	明年度的容量軟體開發工作，友善的使用者介面是重點之一，本計畫預計採用表格、選單，甚至是圖像化的方式，來簡化操作。	同意承辦單位 處理情形
	3. 簡報 P.28 有關折返時間、整備時間、清車時間等輸入參數，鑑於實務上前述參數仍須視後續列車運用是否繼續載客而定，爰建議應釐清並有所區隔。	此情況在模式中可透過設定多種車種來處理，後續列車運用有繼續載客為一種車，而沒有繼續載客為另一種車，如此便能夠依其特性分別設定相關參數。	同意承辦單位 處理情形
	4. 簡報 P.29 鑑於號誌安全時距之輸入參數甚為複雜，建議宜提供合理之建議值，以降低操作者之使用門檻。	未來開發容量軟體時，會根據臺鐵常用的數據來提供預設值。	同意承辦單位 處理情形
	5. 簡報 P.40 有關末端站之模擬過程範例，建議增加固定發車班距之模式，以利使用者確認固定班距模式下之場站容量極限值。	由於本計畫係針對城際鐵路系統進行容量分析，與都會捷運系統多以平均班距狀況不同，故本模式沒有考量固定班距的情況，但平均班距課題可做為未來的研究方向之一。	同意承辦單位 處理情形
本所運輸計畫及陸運組 張組長舜淵	有關本研究重要專有名詞之定義建議應予釐清，例如「進路」示意圖中之每個端點之意涵及分析邏輯，皆應於報告中明確敘明，以利後續使用者操作分析了解。	遵照辦理，相關參數與名詞定義於報告書第 3.5 節中說明。	同意承辦單位 處理情形

	意見內容	回覆意見	本所主辦單位 審查意見
本所運輸計畫及陸運組	1. 文獻回顧		
	(1) P.2-1 有關「圖 2-1 運研所歷年鐵道容量系列研究」中之歷年研究內容，建議可改列辦理年期，而非出版年期。	遵照辦理，詳如報告書第 2.1 節。	同意承辦單位處理情形
	(2) P.2-6 有關「2.利用率」與「3.服務水準」之定義及意涵相類似，建議可再妥予釐清。	利用率為鐵道設施被列車使用的狀況，通常旅客無法直接感受到；而服務水準是旅客能直接感受到的因子，如列車服務頻率、可靠度和乘載率等，補充說明於報告書第 2.2.1 小節。	同意承辦單位處理情形
	(3) P.2-9 圖 2-9 之參考文獻資料來源[43]，報告並無此編號之文獻，請檢核修正。另有圖 2-9 中之各形狀圖示，建議可加註說明。	圖 2.2-6 之資料來源為誤植，應為[33]，已於報告中修正。	同意承辦單位處理情形
	(4) P.2-11 圖 2-13 與 P2-15 表 2.3 中之 1-II、IV-3 等進路代表之意涵，建議可標註說明，俾利了解。	遵照辦理，舉例說明如 1-II 表示起點為 1，迄點為 II 之進路，並已補充相關之軌道布置圖，詳如報告書第 2.2.2 小節。	同意承辦單位處理情形
	(5) P.2-19 有關進路鎖定表之、「匯流 (Merging)，記為 M」與圖 2-22 中之 C-Converging routes 似不一致，建議是否統一。	已修正，詳如報告書第 2.2.3 小節。	同意承辦單位處理情形
	(6) P.2-25 有關 Q_y 、 T 、 (Q_y/T) 之定義，建議可妥予釐清。	相關定義詳如報告書第 2.2.3 小節。	同意承辦單位處理情形
	2. 容量分析模式建構		
	(1) P.3-8 「3.5.1 進路」內文之第 5 行，應為…「離開」進路則剛好相反…，請修正。	已修正相關論述，詳如報告書第 3.5.1 小節。	同意承辦單位處理情形
	(2) P.3-9 「3.5.3 交通組成」內文之倒數第 3 行，應為…每條路徑的抵達進路「結束」端點與離開進路「起始」端點必須相同…，請修正。	已修正，詳如報告書第 3.5.3 小節。	同意承辦單位處理情形

	意見內容	回覆意見	本所主辦單位 審查意見
本所運輸計畫及陸運組	(3) P.3-15 內文倒數第 3 行，應為… 列車要保持「相同」股道進站的號誌安全時距…，請修正。	已修正，詳如報告書第 3.5.5 小節。	同意承辦單位處理情形
	(4) P.3-19 圖 3-25 模擬列車抵達與離開場站之整體流程，右側圖示之「是」與「否」相反，請修正。	已修正，詳如報告書第 3.6.1 小節。	同意承辦單位處理情形
	3. 案例分析		
	(1) P.4-3 表 4.3 中對角線部分之先、續行列車為相同進路之號誌安全時距皆為 1200 秒，是否即為文中兩重疊進路皆為抵達進路，則需考量先行列車停靠時間 900 秒，再加計平面交叉先離站後進站的時距 300 秒而得，建議可於報告中補述，俾利讀者了解。	表 4.1-3 中之對角線部分即為文中兩重疊進路，已補充說明於報告書第 4.1.1 小節。	同意承辦單位處理情形
	(2) P.4-9 表 4.4 中之進路起始、結束端點並無進入站內軌 2、3 之原因是否為進出調車場之站內軌皆不會使用「主正線」？建議可略補充說明。	進出調車場之列車皆不會使用「主正線」，僅使用副正線，亦即站內軌 1 和 4。	同意承辦單位處理情形
	(3) P.4-10 有關所列之 7 項號誌安全時距是否皆為臺鐵系統慣例之設定值，建議可補充說明。另有關表 4.7~表 4.10 中之各項號誌安全時距值後續是否皆是由系統給定之 input 參數值？因部分參數值較難推算，例如表 4.7~表 4.10 中之 420、840、900 等參數值，建議可補充說明。另表 4.4 進出調車場進路設定為 f、g，表 4.7~表 4.10 進出調車場進路設定為 e、f 不同，請修正統一。	所列之 7 項號誌安全時距皆為臺鐵慣用之數值。表 4.1-7~表 4.1-10 中之數值須由使用者給定，部分較難推算之參數值的計算邏輯與第 4.1 節之案例相同，補充說明於報告書第 4.2.1 小節中。 已修正表 4.1-4 將進出調車場修正為進路 e 和進路 f。	同意承辦單位處理情形
(4) P.4-13 本編組站測試案例已針對站內停靠時間、號誌安全時距及交通組成進行敏感度分析，惟未就「調車場股道數」進行敏感度分析，建議可補充說明。	調車場並非本案例的探討範圍，「調車場股道數」亦不是本模式的輸入參數之一，故無法進行敏感度分析。	同意承辦單位處理情形	

	意見內容	回覆意見	本所主辦單位 審查意見
本所運輸計畫及陸運組	(5) P.4-15 有關號誌安全時距之敏感度分析已針對不同股道進站的時距等 4 種時距進行敏感度分析，但為何無針對 P.4-10 所列平面交叉先離站後進站、同向平面交叉、進出調車場等 3 種時距進行敏感度分析，建議可補充說明。	已補充相關敏感度分析案例於報告書第五章。	同意承辦單位處理情形
	(6) P.4-25 有關本案例分析若交通組成改為 100% 區間車，則容量可提升至 7.83 列車/小時，因區間車與自強號運行時間差不多，因此和前述號誌安全時距與折返整備時間兩項因素相比，交通組成的改善效果甚至更好…，建議可以加強相關論述。	已補充相關論述於報告書第 5.4 節。	同意承辦單位處理情形
會議結論	1. 有關所外/內各單位若未出席會議，請詢問是否有書面意見可納入參考。	敬悉。	同意承辦單位處理情形
	2. 請財團法人中興工程顧問社依據與會委員及各單位代表意見研提處理情形，並製表回應。	遵照辦理。	同意承辦單位處理情形
	3. 本計畫期中審查原則通過，請財團法人中興工程顧問社依契約規定辦理相關事宜，後續請依本所出版品印製規範撰寫報告，並於期中報告後納入每月工作會議查核事項。	遵照辦理。	同意承辦單位處理情形

附錄二 專家學者座談會會議紀錄



「MOTC-IOT-112-PDB003 城際鐵道容量分析暨應用研究(1/2)－
編組站及端末站之容量模式構建」案第一次學者專家座談會議紀錄

一、時間：112年7月7日(星期五)上午9時00分

二、地點：本所10樓會議室

三、主持人：張組長舜淵

紀錄：劉昭榮

四、出(列)席單位及人員：

南台科技大學行銷與流通管理系李教授治綱

李治綱

國立陽明交通大學運輸與物流管理學系林陳佑助理教授

林陳佑

台灣高鐵公司史明嘉前營運資深副總經理

史明嘉

交通部臺灣鐵路管理局運務處綜合調度所楊凱評組長

楊凱評

交通部路政司

交通部鐵道局

張舜淵

交通部臺灣鐵路管理局

財團法人中興工程顧問社

黃望法

張國輝

鍾宇成

施中偉

本所運計組

劉昭榮

劉昭榮

賴嘉威

王研晴

五、主席致詞：（略）

六、簡報：（略）

七、出席人員發言要點：

1. 國立陽明交通大學運輸與物流管理學系林助理教授陳佑

- 針對模式處理列車進出站的順序，是否為先固定先行列車的進出站進路與時間，再處理續行列車之進站，若是，當推算續行列車進站的進路與時間，若採取：(1)改變前面列車的進路與時間、或(2)先決定所有列車進入車站的順序再同時調整進、出站時間等兩種不同方式，是否可增加模式彈性，建請考量。
- 有關案例中模擬時的暖機、冷機階段，及不同亂數種子改變之參數，其所代表之意涵為何，建議可補充說明。
- 時間範圍內模擬列車之採計，排除冷機和暖機階段之目的，是否係為降低挑選股道之隨機性考量，以及臺鐵班表若固定也會降低車種隨機產生情況的發生。
- 參數敏感度分析結果極具參考意義，但建議在結果呈現時，可以標記 base case 和使用參數項目，以凸顯參數的敏感效果。
- 為利瞭解不同編組站的股道配置對容量之影響，建議可補充分析上下行橫渡線數量對容量之影響程度，以做為後續參考。

2. 南臺科技大學行銷與流通管理系李教授治綱

- 在探討編組站或末端站的容量分析時，有關相關文獻之回顧不應只侷限在城際鐵路系統之文獻，建議應就傳統區域鐵路、都會捷運、高速鐵路等系統皆廣為蒐集回顧，避免遺漏。
- 建議文獻回顧除針對容量相關議題，也應回顧如單線運轉、軌道占用等營運相關文獻，俾利本研究容量分析之參考。
- 有關編組站或末端站的容量模式分析前，建議應先定義清楚

何謂「進路」，以利釐清關鍵之影響參數，並避免因該些參數未設定正確而影響到號誌安全時距的計算。

- 列車行駛臨月臺面軌道之「行為」，建議應改為「作業」。
- 有關容量模式的關鍵影響參數，例如停站時間、整備時間，建議應先界定清楚，以利模式之構建。例如日本京濱東北線將車門數量增加以降低停站時間便能增加容量，因此模式須先定義基礎參數，以利與後續之延伸課題銜接納入模式考量。
- 案例分析建議應以時空圖呈現結果，以利補強從平均容量數字無法得知案例中列車的分散或集中情況之不足。
- 有關敏感度分析，建議本研究所構建之模式應能提供合理且能解釋之參數數值範圍，以利使用者參考應用。
- 有關運轉寬裕時間係數係如何考量其數字設定合理性，建議應於報告中補充說明。

3. 台灣高鐵公司史明嘉前營運資深副總經理

- 列車在末端站到站後的清掃和整備時間會影響最小班距，而列車的長度、速度、加減速性能、緊急煞車特性也會影響列車閉塞區間長度和號誌連鎖，進而影響尖峰時刻的班距長度，建議於容量分析皆應納入考量。
- 高鐵公司實務上列車在白天進入場站檢修之數量不多，大部分檢修作業皆利用離峰時段，因此在容量計算上可不用考慮列車進出機廠的狀況。
- 臺鐵系統實務上列車因旅客上下車時產生的延誤為影響實際容量的主要因素，因此本研究之容量模式是否能實際應用處理真實旅客上下車狀況，或能否透過真實狀況做為本研究之驗證，建議可納入考量。

4. 交通部臺灣鐵路管理局運務處綜合調度所楊凱評組長

- 臺鐵實務上在白天進入機廠檢修的列車數量較高鐵多，若只有一股軌道進入機廠時，將會發生列車需進行交會等待。因此場站進入機廠的軌道數量明顯影響容量甚鉅，建議在模式

的參數設定上，需考量進入機廠的軌道數量。

- 臺鐵列車除需要進行大型檢修時才會進出機廠，因此建議將進出機廠的行為專業名詞調整為「出、入庫」，將「機廠」調整為「調車場」。
- 在設定號誌安全時距時，建議必須考量下列因素：(1)實務上需考量閉塞區間間隔而非直接引用一固定時間做為區隔。(2)避免參數過於複雜或需設定使用者無法取得之參數。(3)針對新舊車輛之性能差異，建議考量是否應一律採用最保守的參數數值，例如是否都採用區間車狀態下號誌安全時距。
- 有關編組站清單中的「富岡站」建議應修改為「北湖站」。
- 有關後續要進行之案例分析，建議可選擇較為繁忙的車站做為案例分析對象，將較具代表性，例如末端站可選擇基隆站、編組站可選樹林站，而中間折返站可選新竹站。

八、主席結論

感謝各位學者專家對本研究提出寶貴且具建設性之意見，請研究團隊納入後續參考，相關意見彙整後請製表回應。另對於編組站和中間折返站案例分析對象的挑選，建議研究團隊能提供挑選的考量基準與分析，以利於後續工作會議中提出討論決定。

九、散會(11時30分)

交通部運輸研究所「MOTC-IOT-112-PDB003 城際鐵道容量 分析暨應用研究(1/2)－編組站及端末站之容量模式構建」

計畫案第2次專家學者座談會會議紀錄

一、時間：112年11月10日（星期五）下午2時30分

二、地點：本所10樓會議室

三、主持人：本所運輸計畫及陸運組 張組長舜淵

四、出（列）席人員：如後附簽到表

紀錄：王劭暉

五、各出席人員及單位意見：（依發言順序）

（一）南台科技大學李教授治綱：

1. 本次會議簡報未呈現鐵道容量相關文獻回顧內容，請研究團隊於報告書中補充說明；另針對相關文獻回顧，除分析型文獻（如整數規劃、最佳化等方法）外，建議也廣泛蒐集應用型文獻，及彙整文獻中對於容量與時隔影響的因素，俾利提出具體容量改善建議。
2. 本計畫相關報告書中，在進入容量模式分析與建構前，建議先說明「進路」之定義，如進路之起、迄點位置與所對應之設施（號誌機、警衝標等），避免因理解不同產生誤會。
3. 建請研究團隊針對模式當中各項數據之定義進行補充說明，如號誌安全時距參數為300秒之原因，及如何計算其值，俾利未來研究參考，另建議研究團隊進一步探討號誌安全時距應如何發展，以利容量改善。
4. 目前發展的容量模式係以三位式號誌為基準，然參考國外案例，亦有採用閉塞時間（Blocking Time）計算號誌安全時距，計算時只需考慮該列車的運行軌跡，計算較現行方法簡化，建請研究團隊納入參考。
5. 過去軌道上列車以時距法進行運轉，目前歐盟發展 Virtual Coupling 技術，使得列車間隔得以進一步縮小，傳統鐵道容量之「閉塞」概念未來可能會隨之變動，建請研究團隊掌握相關文獻與技術發展趨勢。
6. 有關模式與軟體之參數設定，在國內似乎只有營運機構本身掌握相關數據，然而在國外相關數據應可透過技術規定手冊等管道取得或計算。

7. 未來軌道號誌系統朝向移動式閉塞（Moving Block）發展，閉塞區間的概念或許會從過去的硬體課題轉化為軟體的課題，建議研究團隊需掌握相關發展趨勢。
8. 目前國內軌道系統涉及號誌系統的變更往往需要龐大經費，建議鐵路營運機構需具備專業知能，才不會受制於號誌廠商。

（二）國立陽明交通大學林助理教授陳佑：

1. 在分析案例中，因蘇澳站不同股道有效長度之差異，在交通組成參數需特別分別設定長、短編組列車，然而其餘車站包含樹林站、花蓮站及新竹站則不需要這樣設定，建議研究團隊補充說明實務案例分析在參數設定需考量的因素，如在什麼狀況下需要將列車長度納入考慮，以利後續其他單位應用。
2. 交通組成設定之車種組成比例，請研究團隊補充說明是否與臺鐵實際營運之比例相符，或針對車種組成比例進行敏感度分析，探討車種組成比例對於路線容量之影響程度。
3. 車站容量的關鍵影響因素極具參考意義，建議研究團隊補充說明各案例的關鍵影響因素或瓶頸位置，並於軟體分析中呈現。
4. 針對未來研究方向之「發展先進號誌安全時距計算模組」，考量過去鐵道容量分析模式的發展，在估算過程中需大量假設，建議未來可考慮透過數位孿生（Digital Twin）技術，取得現實狀況的相關數據，並與模式整合以校正參數，俾利提升容量估算的準確性。
5. 為利於實務上應用，針對未來研究方向之「全國城際鐵道容量與利用率資訊平臺」建議(1)可採 Power BI、Tableau 等 BI 工具，視覺化計算容量和實際運行容量之差異，而(2)驗證容量瓶頸及其改善效益時，建議將異常事件之恢復力納入鐵道容量估算考量，如路線/股道中斷或停用後的恢復速度，或是延遲時間的消散速度等。

（三）台灣高速鐵路股份有限公司史前營運資深副總經理明嘉：

1. 針對未來研究方向中「先進號誌安全時距計算模組」課題，考量計畫應用對象若仍以臺鐵為主，建議團隊可聚焦於傳統鐵路號誌安全時距發展等相關課題與脈絡。

2. 有關未來研究方向之「全國城際鐵道容量與利用率資訊平臺」，建議考量將該平台發展做為驗證決策影響之分析工具，如太魯閣、普悠瑪與 EMU3000 型等不同自強號列車車種，在不同路線上運用對容量之影響等。
3. 建議在研訂未來研究計畫方向時，可與相關營運機構進行訪談，以實務需求做為研究主軸，俾利研究成果能對營運機構的痛點形成助益；另由於明年臺鐵公司化，人力可能會有大幅度的變動，建議本計畫規劃明年度教育訓練時可將此納入考量。

(四) 交通部臺灣鐵路管理局運務處綜合調度所楊組長凱評：

1. 簡報第 14 頁有關樹林站號誌安全時距參數，機廠進出 240 秒應修正為 360 秒，另若是先進站再離站則為 720 秒，建請修正。
2. 因各車站特性有所差異，容量分析軟體的參數預設值實務上並不一定適用於所有車站，若軟體的使用者對於容量、時隔等相關參數定義理解不足，便不一定能依照實際狀況進行設定，爰建議研究團隊考量再修正軟體的參數預設值，使其符合多數的狀況。
3. 由 10 月 25 日的教育訓練實務案例檢核可以發現，部分顧問公司的規劃人員對於鐵道容量的觀念不一定正確，對於軌道布設及相關參數設定之理解（如第 III 型車站之股道運用、三軌化區間設定方式、路線中之前後車站區間合併等）亦較為薄弱，建議未來教育訓練能就此進行加強。
4. 有關新竹站之案例，分析結果顯示支線進、出容量約為每小時各 3 班上下，然而實務上內灣線之進出班次數亦受到其他因素的影響，難以全日維持相同的進出班次數。
5. 有關未來研究，若將三位式號誌系統改為四位式號誌系統，是否只是把原本的 3 個閉塞區間切分成 4 個，由於實務列車排班仍要以「列車維持在號誌綠燈狀態下運轉」為原則，改為四位式號誌對於站間路線之容量提升效果似乎較為有限。建議未來亦可持續發展與探討車站容量課題，以松山站與板橋站為例，雖然兩車站軌道布設同屬第 I 型，但道岔號數不同影響進出速度，而使兩者容量差異極大。
6. 未來之鐵道容量分析研究建請考量提供一個在臺鐵局與鐵道局以外的第三方驗證角色，針對全臺鐵路路線瓶頸進行盤點，並

評估如何用最小規模的投資達到容量提升的效果，藉此研提鐵路瓶頸改善計畫。

(五) 交通部鐵道局：

1. 目前鐵道局正在培養同仁對鐵道容量分析與其結果的檢核能力，期能對於相關規劃案之合理性進行確認，建議未來持續辦理教育訓練，以使本局同仁具備軟體使用與相關參數之檢核能力。
2. 目前的鐵道容量手冊，較難讓使用者瞭解軟體的正確使用方式，建議未來軟體設計可採更通用性的作法，並提供更通用性與具合理性的參數預設值，以利使用者分析鐵路立體化或增設場站等相關計畫時，能據以獲得合理、正確的容量分析結果。
3. 有關未來研究，建議可先著重於臺鐵基礎資料的建置，以及參數設定與檢核之方法等課題。

六、主席結論：

本次會議中各與會專家學者、機關代表所提之意見，請研究團隊充分考量並納入後續期末報告內容，以做為本所未來辦理鐵道容量相關研究之參據。

七、散會：下午 5 時 10 分。

交通部運輸研究所「MOTC-IOT-112-PDB003 城際鐵道容量分析暨應用(1/2)－編組站及端末站之容量模式構建」

計畫案 第2次專家學者座談會

一、時間：112年11月10日（星期五）下午2時30分

二、地點：本所10樓會議室

三、主持人：本所運輸計畫及陸運組張組長舜淵

四、出（列）席人員：

紀錄：王劭暉

姓名	單位	簽到
李教授治綱	南台科技大學 行銷與流通管理系	李治綱
林助理教授陳佑	國立陽明交通大學 運輸與物流管理學系	林陳佑
史前營運資深副總經理明嘉	台灣高速鐵路 股份有限公司	史明嘉
楊組長凱評	交通部臺灣鐵路管理局 運務處綜合調度所	楊凱評

「城際鐵道容量分析暨應用(1/2)－編組站及端末站之容量模式構建」

第2次專家學者座談會

單位	職稱	簽到
交通部 路政及道安司		(請假)
交通部鐵道局		游輝俞 張應年
交通部 臺灣鐵路管理局		
交通部 運輸研究所	副研究員	王和峰
財團法人 中興工程顧問社		黃笠珺 陳怡蓁 俞錫斌 賴貞成

附錄三 期末報告審查會議意見與處理情形



期末報告審查會議意見與處理情形

	意見內容	回覆意見	本所主辦單位 審查意見
鄭 委 員 永 祥	1. 報告書所進行的案例分析中，樹林站和花蓮站相對複雜，請補充說明目前所列之進路設定係依照現況使用情形或是將所有可能使用的進路均列出；另進路設定、列車組成比例、停站時間等考量因素眾多複雜，且各車站多有不同，建議歸納補充車站之進路設定及參數設定之說明，以做為後續應用之參考標準。	樹林站和花蓮站案例係依照現況使用情形來設定進路。有關各案例之進路參數設定，於報告中加強以示意圖進行說明，以利讀者瞭解並可做為後續應用之參考。	同意承辦單位 處理情形
	2. 案例分析結果皆與現有營運狀況進行比對，並提出各案例之運轉寬裕時間係數，但各車站有所差異，請補充最後結論與建議提出採用0.15之原因，另建議就運轉寬裕時間係數及號誌安全時距補充清楚之定義。	有關運轉寬裕時間係數採用0.15之原因補充說明於報告書第6.1節。另號誌安全時距及運轉寬裕時間係數之定義，分別補充說明於報告書第3.5.5和3.5.6小節。	同意承辦單位 處理情形
	3. 結論提及軌道布設改變與號誌控制系統改變或升級之影響，請說明本計畫的成果如何支持此論述，及未來相關的研究構想。	號誌系統升級會改變號誌安全時距大小，而透過第5章之敏感度分析的結果，可知號誌安全時距對場站容量之影響，亦即號誌系統升級會影響場站容量。然而本模式僅將號誌安全時距做為輸入參數，未來尚須發展先進號誌安全時距計算模組，才能評估號誌系統升級對如何影響號誌安全時距，相關研究構想補充說明於報告書第6.2節。	同意承辦單位 處理情形
	4. 車站容量的分析結果如與實務營運有差異，建議補充說明差異較大所在之處。	遵照辦理，差異較大所在之處為蘇澳站，補充說明於報告書第6.1節。	同意承辦單位 處理情形
	5. 建議針對教育訓練參與人員的回饋意見進行修正，讓未來的訓練課程更為實用。	遵照辦理。	同意承辦單位 處理情形

	意見內容	回覆意見	本所主辦單位 審查意見
鄭 委 員 永 祥	6. 請補充說明本計畫是否考量不同列車(續行或折返)之交通組成，對臺鐵車站案例容量之影響。	本計畫於報告書第 5.2 節，針對中途停站與始發/終點列車，分析其組成比例變化對編組站案例容量之影響。	同意承辦單位 處理情形
李 委 員 宇 欣	1. 報告書第 1-6 頁，本計畫工作項目包含「一般路線中之車站」相關議題，然在報告書中較少論述，建議補充說明。	遵照辦理，本計畫透過歸納列車運轉特性來發展具泛用性的場站容量分析模式，除了應用於編組站和端末站，也包含中間折返站和一般車站，補充說明於報告書第 3.1 節。	同意承辦單位 處理情形
	2. 報告書第 2-12 頁，圖 2-14 之「路徑」是否應為「進路」。	已修正，詳如報告書第 2.2.2 小節	同意承辦單位 處理情形
	3. 報告書第 2-16~2-17 頁，請比照圖 2-19 的圖示方式，舉例說明廣義停站時間小於狹義停站時間的狀況。	廣義的停站時間為狹義停站時間與交會待避時間取大者，因此只會大於或等於狹義停站時間，補充說明於報告書第 2.2.2 小節。	同意承辦單位 處理情形
	4. 報告書第 2-17 頁提出「列車抵達營運終點站時，如果還有運轉計畫...停靠在場站中的時間較長」，建議舉例說明在到終點站之後沒有運轉計畫，所需停靠時間較短之狀況，以利讀者瞭解。	遵照辦理，已補充說明於報告書第 2.2.2 小節。	同意承辦單位 處理情形
	5. 報告書第三章，請補充說明「編組站」與「端末站」之定義為何，係以列車運行定義(列車有無折返)或是軌道布設型態定義，抑或是有無連接調車場為定義。建議需讓後續應用者明確理解符合何種特徵的場站要使用何種方法分析。	編組站為鄰近調車場或車輛基地之車站，而端末站則是位於城際鐵道系統路線端點之車站。由於本計畫歸納了列車運轉特性來發展模式，因此只要是符合這些特性的場站，便可使用本模式來進行分析，相關內容補充說明於報告書第 3.1 節。	同意承辦單位 處理情形

	意見內容	回覆意見	本所主辦單位 審查意見
李 委 員 宇 欣	6. 報告書第 3-4 頁，「調車場」是否屬編組站或末端站的必要要素，抑或是僅需關注列車進入車站之後的行為，假設車站並非連接調車場而是一條支線鐵路，該車站是否就不適合使用編組站的分析方法進行分析，亦即若車站未鄰接調車場，是否亦可以是編組站。	調車場是編組站的必要要素，但並非是末端站的必要要素。由於本計畫歸納了列車於場站內的運轉特性來發展模式，因此可應用於各式場站，例如報告中的新竹站案例，便是含支線鐵路的車站。	同意承辦單位處理情形
	7. 報告書第 3-7 頁，第 3.4 節項目編號誤植。	已修正。	同意承辦單位處理情形
	8. 報告書第 3.5 節，在分析階段（非營運階段）估算容量時，建議考量可暫不將寬裕時間納入容量分析，而是留給規劃人員或營運單位在後續階段再去決定。	鐵道建設在規劃設計階段會根據運輸需求來評估所需容量，此時若不考慮寬裕時間，亦即在建設完成後，營運單位可能要在無寬裕的情況下提供服務，將會衝擊其服務品質，因此本計畫認為容量分析必須要考慮寬裕時間。	同意承辦單位處理情形
	9. 報告書第 3.6 節容量模擬程序，排入列車的方式固定為後車遷就前車，但實務上規劃人員可事先排定所有列車與進路，因此會有前車遷就後車的狀況，這種差異是否影響容量分析準確性？或者此處的目的是要探求期望容量而非實務上能夠使用的容量，以此來估算寬裕係數是否恰當？	本模式在求取期望容量，雖不考慮前車遷就後車的狀況，但透過模擬上千列車，幾乎可涵蓋所有前後列車的組合狀況，而實務案例分析的結果與臺鐵的現況相符，並無巨大差異，顯示本模式具有一定準確性。而在寬裕係數估算方面，理論上應建立可靠度分析模式，來評估在一定服務水準下所需的運轉寬裕，但現階段只能參考現況與過去經驗來提出寬裕係數之建議值。	同意承辦單位處理情形
	10. 報告書第四章案例分析所使用的號誌安全時距，為何並非使用第 2.2.2.3 小節的方式計算？建議報告書補充說明號誌安全時距之計算過程。	本計畫並未使用第 2.2.2 小節的方式計算號誌安全時距，因此無計算過程。未使用公式計算的原因是為了與臺鐵現況比較，所以必須採用臺鐵提供的數據，才有比較的意義。	同意承辦單位處理情形

	意見內容	回覆意見	本所主辦單位 審查意見
李 委 員 宇 欣	11. 報告書第四章案例分析之進路與路徑，建議補充相關圖示說明。	已補充於報告書第四章。	同意承辦單位 處理情形
	12. 報告書第四章未將列車長度納入模式的輸入項，是否表示長短編組僅影響股道是否可用，而不影響時隔及其他因素。	在第 4.2.2 小節之蘇澳站案例中，實際上長短編組會影響號誌安全時距，但目前臺鐵作業上是保守地採用最大的號誌安全時距，因此本計畫亦是用相同的方式來進行案例分析，不過模式本身具有彈性，可根據長短編組的不同分別設定其號誌安全時距。	同意承辦單位 處理情形
	13. 本計畫未來軟體開發完成之後，使用者是否能直接以該軟體操作分析報告書中的所有案例？	開發軟體的目的，便是要能透過該軟體來進行如報告書中的場站容量分析。	同意承辦單位 處理情形
楊 委 員 凱 評	1. 本計畫之軟體及模式構建歷經多年開發及多次專家學者座談會之討論，已相當完整且具備實用性，對於未來各項鐵道工程之分析及應用，可提供相當之參考價值，亦可用於鐵道容量瓶頸之分析，做為未來路線瓶頸改善之參考，均具有相當大之貢獻。	敬悉。	同意承辦單位 處理情形
	2. 建議可逐步優化使用者介面，並提供各項輸入參數、進路設定等要項之簡要說明、操作說明，以及在各種不同情境之建議值，以利無論是鐵道局、各鐵道公司或工程顧問公司的初學者更能快速上手，加速軟體使用之普及性。	感謝建議，未來在設計軟體之使用者介面時，將納入考量。	同意承辦單位 處理情形
	3. 報告書第 5-18 頁，第一項改善號誌安全時距，第 3~4 行語意不通順，請稍做修正。	遵照辦理。	同意承辦單位 處理情形

	意見內容	回覆意見	本所主辦單位 審查意見
楊 委 員 凱 評	4. 簡報第 15~19 頁中間折返站測試案例，係採類似臺南站的配置進行分析，分析結果可能受限於列車組成比例，時空圖中在 13 時前後容量利用較低，容量似有低估，建議考量調整列車組成比例（如提高續行列車的比例）進行相關分析。	確實是為了忠實反映交通組成而得到結果，本計畫後續亦有調整列車組成比例進行相關分析，其結果如簡報 53 頁。	同意承辦單位處理情形
	5. 簡報第 28 頁，樹林站案例除了續行列車、始發列車、終點列車，實務上還有通過列車及折返列車，也占一定的組成比例，建議考量納入案例分析。	遵照辦理。後續與臺鐵公司瞭解相關細節後，由於折返列車所佔比例較少，因此忽略不計，僅加入通過列車後重新進行案例分析，相關內容更新於報告書第 4.2.3 小節。	同意承辦單位處理情形
	6. 簡報第 29 頁： (1) 不同股道離站行駛不同主線時距應為 120 秒。 (2) 不同股道進站或離站時距應為 180 秒。 (3) 不同股道離站時距，需同時考量前車下一站是否停靠（與車種組成比例有關）。	遵照辦理，後續與臺鐵公司瞭解相關細節，重新進行案例分析，相關內容更新於報告第 4.2.3 小節。	同意承辦單位處理情形
	7. 簡報第 30 頁場站容量分析結果，建議增加臺鐵現行尖峰小時班次數的欄位供比對，以對照運轉寬裕係數。	遵照辦理。	同意承辦單位處理情形
	8. 簡報第 39 頁，花蓮站折返列車停靠時間為 20 分鐘，係考量實務上列車長在站內月台上車後進行整備的時間需求，未來花東鐵路雙軌化後若花蓮站始發、折返列車比例降低，占用股道情形將會減少。	敬悉。	同意承辦單位處理情形
	9. 簡報第 43~45 頁，新竹站可使用的路徑似不完整，部分日常營運會出現的路徑並未納入定義，如下行列車進入第 1 股道折返。	遵照辦理，後續與臺鐵公司瞭解相關細節後，重新進行案例分析，並將相關內容更新於報告書第 4.2.5 小節。	同意承辦單位處理情形

	意見內容	回覆意見	本所主辦單位 審查意見
楊 委 員 凱 評	10.簡報第 48 頁新竹站分析結果，建議將運轉寬裕係數與實務狀況進行比對。	遵照辦理，將各個案例分析結果，都增加臺鐵現行尖峰小時班次數的資訊，以對照運轉寬裕係數。	同意承辦單位 處理情形
	11.簡報第 58 頁基隆站敏感度分析，末端站後方設置調車場如腹地不足，亦可以設置停留線取代，其優勢在於幾乎可完全消除末端站之路線平面交叉對容量造成之影響。	本案例便是以消除平面交叉為目的來進行分析，詳如報告書第 5.4 節。	同意承辦單位 處理情形
	12.簡報第 66 頁結論，有關列車折返停靠時間之課題，在實務上會涉及運務和機務部門的協調課題，以及機務部門的司機員人力配置課題，如需縮短時間仍有相關限制。	敬悉。	同意承辦單位 處理情形
	13.目前臺鐵局有許多較長途的區間列車，係考量中途折返對路線容量以及人力運用之影響，而延長行駛的起迄區間。	敬悉。	同意承辦單位 處理情形
	14.有關號誌安全時距目前尚無特定的計算方法，實務上如需瞭解列車間的時距會透過監視器的畫面來觀察不同列車進出或通過車站的狀況。	敬悉。	同意承辦單位 處理情形
交 通 部 鐵 道 局	1. 運研所辦理之鐵道容量分析方法與軟體，已進行推廣讓相關顧問公司及規劃單位應用，本年度計畫中教育訓練亦已進行案例檢核，期望明年度軟體功能精進後能夠完善相關分析功能。	敬悉。	同意承辦單位 處理情形
	2. 建議強化鐵道容量分析軟體之可操作性、參數通用性，並將相關說明納入後續之教育訓練與鐵道容量手冊之內容。	遵照辦理。	同意承辦單位 處理情形
	3. 本計畫係以本局鐵道發展基金辦理，後續請配合相關經費核銷期程與程序辦理。	遵照辦理。	同意承辦單位 處理情形

	意見內容	回覆意見	本所主辦單位 審查意見
工程學會 台灣軌道	建議補充說明樹林站之案例是否有納入在車站內進行折返的列車。	經後續向臺鐵公司詢問後，臺鐵公司表示由於該站折返列車所佔比例較少，容量分析時可忽略不計。	同意承辦單位處理情形
本所運輸計畫及陸運組	1. 有關第三章場站容量分析模式建構：		
	(1) 建議補充說明車站股道配置、進路設定等，如何轉換為相關參數，及後續年度進行軟體開發之視覺化設計與介面等構想。	車站股道與硬體設施配置固然是影響場站容量的因素之一，但重點還是列車運轉時如何使用股道，即便相同的配置，不同的使用方式則會有不同之容量，詳見報告書第 2.2.2 小節。因此模式中係透過進路的設定，來反映場站內月臺與軌道佈置對容量的影響，補充說明於報告書第 3.5.1 小節。另軟體開發屬於後續年度工作，故相關視覺化設計與介面等構想，建議於明年度報告中說明。	同意承辦單位處理情形
	(2) 建議補充說明模擬模式運算使用之工具與流程。	本計畫用 C# 自行撰寫程式來進行模擬模式運算，補充說明於報告書第 4 章，而模式的演算流程則說明於報告書第 3.6 節。	同意承辦單位處理情形
	(3) 第 3.7 節之時隔計算公式，並未應用在後續章節的案例分析中，而是採用實際營運上慣例的數值。建議仍以公式計算並比較與營運實際數值之差異，以便確認計算公式之合理性與可用性。	在各案例的分析結果中，「平均運轉時隔」之數值便是以報告書第 3.7 節之時隔計算公式求得，而非採用營運上慣例的數值。「平均運轉時隔」與「容量」互為倒數關係，而本計畫已針對「容量」與臺鐵營運實際數值進行比較，確認了模式的合理性與可用性。	同意承辦單位處理情形
	(4) 建議補充說明實質設施之配置數據(如道岔與號誌機距離等)如何轉換為運轉時隔。	本計畫並未直接考量道岔、號誌機等實質設施的影響，而是將受其影響的號誌安全時距做為輸入參數來進行分析，補充說明於報告書第 3.5.5 節。	同意承辦單位處理情形

	意見內容	回覆意見	本所主辦單位 審查意見
本所運輸計畫及陸運組	(5) 請補充說明列車性能之差異與其組成比例是否影響場站容量。	列車性能差異會影響場站容量，但臺鐵現行作業是保守地採用最大的號誌安全時距，而本計畫亦是根據此做法來進行案例分析，但模式本身可透過交通組成和號誌安全時距參數來反映列車性能之影響，補充說明於報告書第 3.5 節。	同意承辦單位處理情形
	2. 第四章案例分析與第五章敏感度分析，不同的車站會計算出不同的運轉寬裕係數，且需與實務營運資料對照才能確定，請說明若分析範圍包含多個車站，如何選擇適當的運轉寬裕係數做為通案使用。	本計畫會歸納各實務案例之分析結果，並參考目前臺鐵營運現況，提出轉寬裕時間係數之建議值供未來進行場站分析使用，補充說明於報告書第 6.1 節。	同意承辦單位處理情形
	3. 第 5.4 節基隆車站敏感度分析案例，第 5-18 頁提及「若能調整橫渡線的設置位置…有助於縮短號誌安全時距」，請補充橫渡線位置與安全時距之換算方式。	遵照辦理，補充相關計算方式之文獻。	同意承辦單位處理情形
	4. 第六章教育訓練辦理情形建議移列至附件，並將相關教材資料與規劃案例檢核內容納入。	遵照辦理，將教育訓練辦理情形移列為附錄五，至於教材資料內容與規劃案例檢核內容將另行提供數位檔案供主辦機關留存。	同意承辦單位處理情形
會議結論	1. 審查會議各委員及與會單位研提之口頭及書面意見，請財團法人中興工程顧問社整理「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。	遵照辦理。	同意承辦單位處理情形
	2. 本計畫經徵詢審查委員意見，期末報告審查通過，請財團法人中興工程顧問社於 112 年 12 月 22 日前提送報告書修正定稿。	遵照辦理。	同意承辦單位處理情形

	意見內容	回覆意見	本所主辦單位 審查意見
會議 結論	3. 有關車站股道與硬體設施配置換算為相關參數之過程、模擬模式運算之具體作法等，請於報告書修訂時補充說明。	車站股道與硬體設施配置固然是影響場站容量的因素之一，但重點還是列車運轉時如何使用股道，即便相同的配置，不同的使用方式則會有不同之容量，詳見報告書第 2.2.2 小節。因此模式中係透過進路的設定，來反映場站內月臺與軌道佈置對容量的影響，補充說明於報告書第 3.5.1 節。而模擬模式運算之具體作法，則是自行以 C# 撰寫程式來進行運算，補充說明於報告書第四章。	同意承辦單位 處理情形
	4. 運轉寬裕時間係數仍是鐵道容量分析中較難處理之部分，報告書中 5 個車站案例的運轉寬裕時間係數多有差異，請研究團隊補充說明第 7.1 節結論中採用 0.15 做為運轉寬裕時間係數之緣由與依據，以及後續對於運轉寬裕係數運算之建議。	遵照辦理，補充說明於報告書第 6.1 節。	同意承辦單位 處理情形



附錄四 花蓮站案例之號誌安全時距設定



附錄四 花蓮站案例之號誌安全時距設定

表 1 花蓮站案例之號誌安全時距設定 1

先行 \ 續行	抵達進路 a 中途 停站	抵達進路 a 終點 列車	抵達進路 a 折返 列車	抵達進路 b 中途 停站	抵達進路 b 終點 列車	抵達進路 b 折返 列車	抵達進路 c 中途 停站	抵達進路 c 終點 列車
抵達進路 a 中途停站	540	540	540	360	360	360	360	360
抵達進路 a 終點列車	960	960	960	360	360	360	360	360
抵達進路 a 折返列車	1560	1560	1560	360	360	360	360	360
抵達進路 b 中途停站	360	360	360	540	540	540	360	360
抵達進路 b 終點列車	360	360	360	960	960	960	360	360
抵達進路 b 折返列車	360	360	360	1560	1560	1560	360	360
抵達進路 c 中途停站	360	360	360	360	360	360	540	540
抵達進路 c 終點列車	360	360	360	360	360	360	960	960

表 2 花蓮站案例之號誌安全時距設定 2

先行 \ 續行	抵達進路 a 中途 停站	抵達進路 a 終點 列車	抵達進路 a 折返 列車	抵達進路 b 中途 停站	抵達進路 b 終點 列車	抵達進路 b 折返 列車	抵達進路 c 中途 停站	抵達進路 c 終點 列車
抵達進路 c 折返列車	360	360	360	360	360	360	1560	1560
抵達進路 d 中途停站	360	360	360	360	360	360	360	360
抵達進路 d 終點列車	360	360	360	360	360	360	360	360
抵達進路 d 折返列車	360	360	360	360	360	360	360	360
抵達進路 e 中途停站	360	360	360	360	360	360	360	360
抵達進路 e 終點列車	360	360	360	360	360	360	360	360
抵達進路 e 折返列車	360	360	360	360	360	360	360	360
抵達進路 f	540	540	540	-	-	-	-	-

表 3 花蓮站案例之號誌安全時距設定 3

先行 \ 續行	抵達 進路 a 中途 停站	抵達 進路 a 終點 列車	抵達 進路 a 折返 列車	抵達 進路 b 中途 停站	抵達 進路 b 終點 列車	抵達 進路 b 折返 列車	抵達 進路 c 中途 停站	抵達 進路 c 終點 列車
抵達進路 g	-	-	-	540	540	540	-	-
抵達進路 h	-	-	-	-	-	-	540	540
抵達進路 i	-	-	-	-	-	-	-	-
抵達進路 j	-	-	-	-	-	-	-	-
抵達進路 k	1560	1560	1560	-	-	-	-	-
抵達進路 l	360	360	360	1560	1560	1560	360	360
抵達進路 m	360	360	360	360	360	360	1560	1560
抵達進路 n	360	360	360	360	360	360	360	360
抵達進路 o	360	360	360	360	360	360	360	360

表 4 花蓮站案例之號誌安全時距設定 4

先行 \ 續行	抵達 進路 a 中途 停站	抵達 進路 a 終點 列車	抵達 進路 a 折返 列車	抵達 進路 b 中途 停站	抵達 進路 b 終點 列車	抵達 進路 b 折返 列車	抵達 進路 c 中途 停站	抵達 進路 c 終點 列車
離開進路 a	360	360	360	-	-	-	-	-
離開進路 b	-	-	-	360	360	360	-	-
離開進路 c	-	-	-	-	-	-	360	360
離開進路 d	-	-	-	-	-	-	-	-
離開進路 e	-	-	-	-	-	-	-	-
離開進路 f 中途停站	360	360	360	360	360	360	360	360
離開進路 f 始發列車	360	360	360	360	360	360	360	360
離開進路 f 折返列車	360	360	360	360	360	360	360	360

表 5 花蓮站案例之號誌安全時距設定 5

先行 \ 續行	抵達 進路 a 中途 停站	抵達 進路 a 終點 列車	抵達 進路 a 折返 列車	抵達 進路 b 中途 停站	抵達 進路 b 終點 列車	抵達 進路 b 折返 列車	抵達 進路 c 中途 停站	抵達 進路 c 終點 列車
離開進路 g 中途停站	360	360	360	360	360	360	360	360
離開進路 g 始發列車	360	360	360	360	360	360	360	360
離開進路 g 折返列車	360	360	360	360	360	360	360	360
離開進路 h 中途停站	360	360	360	360	360	360	360	360
離開進路 h 始發列車	360	360	360	360	360	360	360	360
離開進路 h 折返列車	360	360	360	360	360	360	360	360
離開進路 i 中途停站	-	-	-	-	-	-	-	-
離開進路 i 始發列車	-	-	-	-	-	-	-	-

表 6 花蓮站案例之號誌安全時距設定 6

先行 \ 續行	抵達 進路 a 中途 停站	抵達 進路 a 終點 列車	抵達 進路 a 折返 列車	抵達 進路 b 中途 停站	抵達 進路 b 終點 列車	抵達 進路 b 折返 列車	抵達 進路 c 中途 停站	抵達 進路 c 終點 列車
離開進路 i 折返列車	-	-	-	-	-	-	-	-
離開進路 j 中途停站	-	-	-	-	-	-	-	-
離開進路 j 始發列車	-	-	-	-	-	-	-	-
離開進路 j 折返列車	-	-	-	-	-	-	-	-
離開進路 k	360	360	360	-	-	-	-	-
離開進路 l	360	360	360	360	360	360	360	360
離開進路 m	360	360	360	360	360	360	360	360
離開進路 n	360	360	360	360	360	360	360	360
離開進路 o	360	360	360	360	360	360	360	360

表 7 花蓮站案例之號誌安全時距設定 7

先行 \ 續行	抵達 進路 c 折返 列車	抵達 進路 d 中途 停站	抵達 進路 d 終點 列車	抵達 進路 d 折返 列車	抵達 進路 e 中途 停站	抵達 進路 e 終點 列車	抵達 進路 e 折返 列車	抵達 進路 f
抵達進路 a 中途停站	360	360	360	360	360	360	360	540
抵達進路 a 終點列車	360	360	360	360	360	360	360	960
抵達進路 a 折返列車	360	360	360	360	360	360	360	1560
抵達進路 b 中途停站	360	360	360	360	360	360	360	-
抵達進路 b 終點列車	360	360	360	360	360	360	360	-
抵達進路 b 折返列車	360	360	360	360	360	360	360	-
抵達進路 c 中途停站	540	360	360	360	360	360	360	-
抵達進路 c 終點列車	960	360	360	360	360	360	360	-

表 8 花蓮站案例之號誌安全時距設定 8

先行 \ 續行	抵達 進路 c 折返 列車	抵達 進路 d 中途 停站	抵達 進路 d 終點 列車	抵達 進路 d 折返 列車	抵達 進路 e 中途 停站	抵達 進路 e 終點 列車	抵達 進路 e 折返 列車	抵達 進路 f
抵達進路 c 折返列車	1560	360	360	360	360	360	360	-
抵達進路 d 中途停站	360	540	540	540	360	360	360	-
抵達進路 d 終點列車	360	960	960	960	360	360	360	-
抵達進路 d 折返列車	360	1560	1560	1560	360	360	360	-
抵達進路 e 中途停站	360	360	360	360	540	540	540	-
抵達進路 e 終點列車	360	360	360	360	960	960	960	-
抵達進路 e 折返列車	360	360	360	360	1560	1560	1560	-
抵達進路 f	-	-	-	-	-	-	-	540

表 9 花蓮站案例之號誌安全時距設定 9

先行 \ 續行	抵達 進路 c 折返 列車	抵達 進路 d 中途 停站	抵達 進路 d 終點 列車	抵達 進路 d 折返 列車	抵達 進路 e 中途 停站	抵達 進路 e 終點 列車	抵達 進路 e 折返 列車	抵達 進路 f
抵達進路 g	-	-	-	-	-	-	-	360
抵達進路 h	540	-	-	-	-	-	-	360
抵達進路 i	-	540	540	540	-	-	-	360
抵達進路 j	-	-	-	-	540	540	540	360
抵達進路 k	-	-	-	-	-	-	-	1560
抵達進路 l	360	360	360	360	360	360	360	-
抵達進路 m	1560	360	360	360	360	360	360	-
抵達進路 n	360	1560	1560	1560	360	360	360	-
抵達進路 o	360	360	360	360	1560	1560	1560	-

表 10 花蓮站案例之號誌安全時距設定 10

先行 \ 續行	抵達 進路 c 折返 列車	抵達 進路 d 中途 停站	抵達 進路 d 終點 列車	抵達 進路 d 折返 列車	抵達 進路 e 中途 停站	抵達 進路 e 終點 列車	抵達 進路 e 折返 列車	抵達 進路 f
離開進路 a	-	-	-	-	-	-	-	360
離開進路 b	-	-	-	-	-	-	-	360
離開進路 c	360	-	-	-	-	-	-	360
離開進路 d	-	360	360	360	-	-	-	360
離開進路 e	-	-	-	-	360	360	360	360
離開進路 f 中途停站	360	360	360	360	360	360	360	360
離開進路 f 始發列車	360	360	360	360	360	360	360	360
離開進路 f 折返列車	360	360	360	360	360	360	360	360

表 11 花蓮站案例之號誌安全時距設定 11

先行 \ 續行	抵達 進路 c 折返 列車	抵達 進路 d 中途 停站	抵達 進路 d 終點 列車	抵達 進路 d 折返 列車	抵達 進路 e 中途 停站	抵達 進路 e 終點 列車	抵達 進路 e 折返 列車	抵達 進路 f
離開進路 g 中途停站	360	360	360	360	360	360	360	-
離開進路 g 始發列車	360	360	360	360	360	360	360	-
離開進路 g 折返列車	360	360	360	360	360	360	360	-
離開進路 h 中途停站	360	360	360	360	360	360	360	-
離開進路 h 始發列車	360	360	360	360	360	360	360	-
離開進路 h 折返列車	360	360	360	360	360	360	360	-
離開進路 i 中途停站	-	360	360	360	360	360	360	-
離開進路 i 始發列車	-	360	360	360	360	360	360	-

表 12 花蓮站案例之號誌安全時距設定 12

先行 \ 續行	抵達 進路 c 折返 列車	抵達 進路 d 中途 停站	抵達 進路 d 終點 列車	抵達 進路 d 折返 列車	抵達 進路 e 中途 停站	抵達 進路 e 終點 列車	抵達 進路 e 折返 列車	抵達 進路 f
離開進路 i 折返列車	-	360	360	360	360	360	360	-
離開進路 j 中途停站	-	360	360	360	360	360	360	-
離開進路 j 始發列車	-	360	360	360	360	360	360	-
離開進路 j 折返列車	-	360	360	360	360	360	360	-
離開進路 k	-	-	-	-	-	-	-	360
離開進路 l	360	360	360	360	360	360	360	-
離開進路 m	360	360	360	360	360	360	360	-
離開進路 n	360	360	360	360	360	360	360	-
離開進路 o	360	360	360	360	360	360	360	-

表 13 花蓮站案例之號誌安全時距設定 13

續行 先行	抵達 進路 g	抵達 進路 h	抵達 進路 i	抵達 進路 j	抵達 進路 k	抵達 進路 l	抵達 進路 m	抵達 進路 n	抵達 進路 o
抵達進路 a 中途停站	-	-	-	-	-	-	-	-	-
抵達進路 a 終點列車	-	-	-	-	540	360	360	360	360
抵達進路 a 折返列車	-	-	-	-	960	360	360	360	360
抵達進路 b 中途停站	-	-	-	-	1560	360	360	360	360
抵達進路 b 終點列車	540	-	-	-	-	540	360	360	360
抵達進路 b 折返列車	960	-	-	-	-	960	360	360	360
抵達進路 c 中途停站	1560	-	-	-	-	1560	360	360	360
抵達進路 c 終點列車	-	540	-	-	-	360	540	360	360

表 14 花蓮站案例之號誌安全時距設定 14

續行 先行	抵達 進路 g	抵達 進路 h	抵達 進路 i	抵達 進路 j	抵達 進路 k	抵達 進路 l	抵達 進路 m	抵達 進路 n	抵達 進路 o
抵達進路 c 折返列車	-	960	-	-	-	360	960	360	360
抵達進路 d 中途停站	-	1560	-	-	-	360	1560	360	360
抵達進路 d 終點列車	-	-	540	-	-	360	360	540	360
抵達進路 d 折返列車	-	-	960	-	-	360	360	960	360
抵達進路 e 中途停站	-	-	1560	-	-	360	360	1560	360
抵達進路 e 終點列車	-	-	-	540	-	360	360	360	540
抵達進路 e 折返列車	-	-	-	960	-	360	360	360	960
抵達進路 f	-	-	-	1560	-	360	360	360	1560

表 15 花蓮站案例之號誌安全時距設定 15

先行 \ 續行	抵達 進路 g	抵達 進路 h	抵達 進路 i	抵達 進路 j	抵達 進路 k	抵達 進路 l	抵達 進路 m	抵達 進路 n	抵達 進路 o
抵達進路 g	360	360	360	360	540	-	-	-	-
抵達進路 h	540	360	360	360	-	540	-	-	-
抵達進路 i	360	540	360	360	-	-	540	-	-
抵達進路 j	360	360	540	360	-	-	-	540	-
抵達進路 k	360	360	360	540	-	-	-	-	540
抵達進路 l	-	-	-	-	1560	-	-	-	-
抵達進路 m	1560	-	-	-	-	1560	360	360	360
抵達進路 n	-	1560	-	-	-	360	1560	360	360
抵達進路 o	-	-	1560	-	-	360	360	1560	360

表 16 花蓮站案例之號誌安全時距設定 16

先行 \ 續行	抵達 進路 g	抵達 進路 h	抵達 進路 i	抵達 進路 j	抵達 進路 k	抵達 進路 l	抵達 進路 m	抵達 進路 n	抵達 進路 o
離開進路 a	-	-	-	1560	-	360	360	360	1560
離開進路 b	360	360	360	360	360	-	-	-	-
離開進路 c	360	360	360	360	-	360	-	-	-
離開進路 d	360	360	360	360	-	-	360	-	-
離開進路 e	360	360	360	360	-	-	-	360	-
離開進路 f 中途停站	360	360	360	360	-	-	-	-	360
離開進路 f 始發列車	-	-	-	-	360	360	360	360	360
離開進路 f 折返列車	-	-	-	-	360	360	360	360	360

表 17 花蓮站案例之號誌安全時距設定 17

先行 \ 續行	抵達 進路 g	抵達 進路 h	抵達 進路 i	抵達 進路 j	抵達 進路 k	抵達 進路 l	抵達 進路 m	抵達 進路 n	抵達 進路 o
離開進路 g 中途停站	360	-	-	-	-	360	360	360	360
離開進路 g 始發列車	360	-	-	-	-	360	360	360	360
離開進路 g 折返列車	360	-	-	-	-	360	360	360	360
離開進路 h 中途停站	-	360	-	-	-	360	360	360	360
離開進路 h 始發列車	-	360	-	-	-	360	360	360	360
離開進路 h 折返列車	-	360	-	-	-	360	360	360	360
離開進路 i 中途停站	-	-	360	-	-	-	-	360	360
離開進路 i 始發列車	-	-	360	-	-	-	-	360	360

表 18 花蓮站案例之號誌安全時距設定 18

先行 \ 續行	抵達 進路 g	抵達 進路 h	抵達 進路 i	抵達 進路 j	抵達 進路 k	抵達 進路 l	抵達 進路 m	抵達 進路 n	抵達 進路 o
離開進路 i 折返列車	-	-	360	-	-	-	-	360	360
離開進路 j 中途停站	-	-	-	360	-	-	-	360	360
離開進路 j 始發列車	-	-	-	360	-	-	-	360	360
離開進路 j 折返列車	-	-	-	360	-	-	-	360	360
離開進路 k	-	-	-	-	360	-	-	-	-
離開進路 l	360	-	-	-	-	360	360	360	360
離開進路 m	-	360	-	-	-	360	360	360	360
離開進路 n	-	-	360	-	-	360	360	360	360
離開進路 o	-	-	-	360	-	360	360	360	360

表 19 花蓮站案例之號誌安全時距設定 19

先行 \ 續行	離開 進路 a	離開 進路 b	離開 進路 c	離開 進路 d	離開 進路 e	離開 進路 f 中途 停站	離開 進路 f 始發 列車	離開 進路 f 折返 列車
抵達進路 a 中途停站	-	-	-	-	-	-	-	-
抵達進路 a 終點列車	-	-	-	-	-	-	-	-
抵達進路 a 折返列車	-	-	-	-	-	-	-	-
抵達進路 b 中途停站	-	-	-	-	-	30	30	30
抵達進路 b 終點列車	-	-	-	-	-	30	30	30
抵達進路 b 折返列車	-	-	-	-	-	30	30	30
抵達進路 c 中途停站	-	-	-	-	-	30	30	30
抵達進路 c 終點列車	-	-	-	-	-	30	30	30

表 20 花蓮站案例之號誌安全時距設定 20

先行 \ 續行	離開 進路 a	離開 進路 b	離開 進路 c	離開 進路 d	離開 進路 e	離開 進路 f 中途 停站	離開 進路 f 始發 列車	離開 進路 f 折返 列車
抵達進路 c 折返列車	-	-	-	-	-	30	30	30
抵達進路 d 中途停站	-	-	-	-	-	30	30	30
抵達進路 d 終點列車	-	-	-	-	-	30	30	30
抵達進路 d 折返列車	-	-	-	-	-	30	30	30
抵達進路 e 中途停站	-	-	-	-	-	30	30	30
抵達進路 e 終點列車	-	-	-	-	-	30	30	30
抵達進路 e 折返列車	-	-	-	-	-	30	30	30
抵達進路 f	-	30	30	30	30	-	-	-

表 21 花蓮站案例之號誌安全時距設定 21

先行 \ 續行	離開 進路 a	離開 進路 b	離開 進路 c	離開 進路 d	離開 進路 e	離開 進路 f 中途 停站	離開 進路 f 始發 列車	離開 進路 f 折返 列車
抵達進路 g	30	-	30	30	30	-	-	-
抵達進路 h	30	30	-	30	30	-	-	-
抵達進路 i	30	30	30	-	30	-	-	-
抵達進路 j	30	30	30	30	-	-	-	-
抵達進路 k	-	-	-	-	-	-	-	-
抵達進路 l	-	-	-	-	-	30	30	30
抵達進路 m	-	-	-	-	-	30	30	30
抵達進路 n	-	-	-	-	-	30	30	30
抵達進路 o	-	-	-	-	-	30	30	30

表 22 花蓮站案例之號誌安全時距設定 22

先行 \ 續行	離開 進路 a	離開 進路 b	離開 進路 c	離開 進路 d	離開 進路 e	離開 進路 f 中途 停站	離開 進路 f 始發 列車	離開 進路 f 折返 列車
離開進路 a	540	360	360	360	360	-	-	-
離開進路 b	360	540	360	360	360	-	-	-
離開進路 c	360	360	540	360	360	-	-	-
離開進路 d	360	360	360	540	360	-	-	-
離開進路 e	360	360	360	360	540	-	-	-
離開進路 f 中途停站	-	-	-	-	-	540	1560	1560
離開進路 f 始發列車	-	-	-	-	-	540	1560	1560
離開進路 f 折返列車	-	-	-	-	-	540	1560	1560

表 23 花蓮站案例之號誌安全時距設定 23

先行 \ 續行	離開 進路 a	離開 進路 b	離開 進路 c	離開 進路 d	離開 進路 e	離開 進路 f 中途 停站	離開 進路 f 始發 列車	離開 進路 f 折返 列車
離開進路 g 中途停站	-	-	-	-	-	360	360	360
離開進路 g 始發列車	-	-	-	-	-	360	360	360
離開進路 g 折返列車	-	-	-	-	-	360	360	360
離開進路 h 中途停站	-	-	-	-	-	360	360	360
離開進路 h 始發列車	-	-	-	-	-	360	360	360
離開進路 h 折返列車	-	-	-	-	-	360	360	360
離開進路 i 中途停站	-	-	-	-	-	360	360	360
離開進路 i 始發列車	-	-	-	-	-	360	360	360

表 24 花蓮站案例之號誌安全時距設定 24

先行 \ 續行	離開 進路 a	離開 進路 b	離開 進路 c	離開 進路 d	離開 進路 e	離開 進路 f 中途 停站	離開 進路 f 始發 列車	離開 進路 f 折返 列車
離開進路 i 折返列車	-	-	-	-	-	360	360	360
離開進路 j 中途停站	-	-	-	-	-	360	360	360
離開進路 j 始發列車	-	-	-	-	-	360	360	360
離開進路 j 折返列車	-	-	-	-	-	360	360	360
離開進路 k	-	-	-	-	-	540	1560	1560
離開進路 l	-	-	-	-	-	360	360	360
離開進路 m	-	-	-	-	-	360	360	360
離開進路 n	-	-	-	-	-	360	360	360
離開進路 o	-	-	-	-	-	360	360	360

表 25 花蓮站案例之號誌安全時距設定 25

先行 \ 續行	離開 進路 g 中途 停站	離開 進路 g 始發 列車	離開 進路 g 折返 列車	離開 進路 h 中途 停站	離開 進路 h 始發 列車	離開 進路 h 折返 列車	離開 進路 i 中途 停站	離開 進路 i 始發 列車
抵達進路 a 中途停站	30	30	30	30	30	30	-	-
抵達進路 a 終點列車	30	30	30	30	30	30	-	-
抵達進路 a 折返列車	30	30	30	30	30	30	-	-
抵達進路 b 中途停站	-	-	-	30	30	30	-	-
抵達進路 b 終點列車	-	-	-	30	30	30	-	-
抵達進路 b 折返列車	-	-	-	30	30	30	-	-
抵達進路 c 中途停站	30	30	30	-	-	-	-	-
抵達進路 c 終點列車	30	30	30	-	-	-	-	-

表 26 花蓮站案例之號誌安全時距設定 26

先行 \ 續行	離開 進路 g 中途 停站	離開 進路 g 始發 列車	離開 進路 g 折返 列車	離開 進路 h 中途 停站	離開 進路 h 始發 列車	離開 進路 h 折返 列車	離開 進路 i 中途 停站	離開 進路 i 始發 列車
抵達進路 c 折返列車	30	30	30	-	-	-	-	-
抵達進路 d 中途停站	30	30	30	30	30	30	-	-
抵達進路 d 終點列車	30	30	30	30	30	30	-	-
抵達進路 d 折返列車	30	30	30	30	30	30	-	-
抵達進路 e 中途停站	30	30	30	30	30	30	30	30
抵達進路 e 終點列車	30	30	30	30	30	30	30	30
抵達進路 e 折返列車	30	30	30	30	30	30	30	30
抵達進路 f	-	-	-	-	-	-	-	-

表 27 花蓮站案例之號誌安全時距設定 27

先行 \ 續行	離開 進路 g 中途 停站	離開 進路 g 始發 列車	離開 進路 g 折返 列車	離開 進路 h 中途 停站	離開 進路 h 始發 列車	離開 進路 h 折返 列車	離開 進路 i 中途 停站	離開 進路 i 始發 列車
抵達進路 g	-	-	-	-	-	-	-	-
抵達進路 h	-	-	-	-	-	-	-	-
抵達進路 i	-	-	-	-	-	-	-	-
抵達進路 j	-	-	-	-	-	-	-	-
抵達進路 k	-	-	-	-	-	-	-	-
抵達進路 l	-	-	-	30	30	30	-	-
抵達進路 m	30	30	30	-	-	-	-	-
抵達進路 n	30	30	30	30	30	30	-	-
抵達進路 o	30	30	30	30	30	30	30	30

表 28 花蓮站案例之號誌安全時距設定 28

先行 \ 續行	離開 進路 g 中途 停站	離開 進路 g 始發 列車	離開 進路 g 折返 列車	離開 進路 h 中途 停站	離開 進路 h 始發 列車	離開 進路 h 折返 列車	離開 進路 i 中途 停站	離開 進路 i 始發 列車
離開進路 a	-	-	-	-	-	-	-	-
離開進路 b	-	-	-	-	-	-	-	-
離開進路 c	-	-	-	-	-	-	-	-
離開進路 d	-	-	-	-	-	-	-	-
離開進路 e	-	-	-	-	-	-	-	-
離開進路 f 中途停站	360	360	360	360	360	360	360	360
離開進路 f 始發列車	360	360	360	360	360	360	360	360
離開進路 f 折返列車	360	360	360	360	360	360	360	360

表 29 花蓮站案例之號誌安全時距設定 29

先行 \ 續行	離開 進路 g 中途 停站	離開 進路 g 始發 列車	離開 進路 g 折返 列車	離開 進路 h 中途 停站	離開 進路 h 始發 列車	離開 進路 h 折返 列車	離開 進路 i 中途 停站	離開 進路 i 始發 列車
離開進路 g 中途停站	540	1560	1560	360	360	360	360	360
離開進路 g 始發列車	540	1560	1560	360	360	360	360	360
離開進路 g 折返列車	540	1560	1560	360	360	360	360	360
離開進路 h 中途停站	360	360	360	540	1560	1560	360	360
離開進路 h 始發列車	360	360	360	540	1560	1560	360	360
離開進路 h 折返列車	360	360	360	540	1560	1560	360	360
離開進路 i 中途停站	360	360	360	360	360	360	540	1560
離開進路 i 始發列車	360	360	360	360	360	360	540	1560

表 30 花蓮站案例之號誌安全時距設定 30

先行 \ 續行	離開 進路 g 中途 停站	離開 進路 g 始發 列車	離開 進路 g 折返 列車	離開 進路 h 中途 停站	離開 進路 h 始發 列車	離開 進路 h 折返 列車	離開 進路 i 中途 停站	離開 進路 i 始發 列車
離開進路 i 折返列車	360	360	360	360	360	360	540	1560
離開進路 j 中途停站	360	360	360	360	360	360	360	360
離開進路 j 始發列車	360	360	360	360	360	360	360	360
離開進路 j 折返列車	360	360	360	360	360	360	360	360
離開進路 k	-	-	-	-	-	-	-	-
離開進路 l	540	1560	1560	360	360	360	-	-
離開進路 m	360	360	360	540	1560	1560	-	-
離開進路 n	360	360	360	360	360	360	540	1560
離開進路 o	360	360	360	360	360	360	360	360

表 31 花蓮站案例之號誌安全時距設定 31

先行 \ 續行	離開 進路 i 折返 列車	離開 進路 j 中途 停站	離開 進路 j 始發 列車	離開 進路 j 折返 列車	離開 進路 k	離開 進路 l	離開 進路 m	離開 進路 n	離開 進路 o
抵達進路 a 中途停站	-	-	-	-	-	30	30	30	30
抵達進路 a 終點列車	-	-	-	-	-	30	30	30	30
抵達進路 a 折返列車	-	-	-	-	-	30	30	30	30
抵達進路 b 中途停站	-	-	-	-	-	-	30	30	30
抵達進路 b 終點列車	-	-	-	-	-	-	30	30	30
抵達進路 b 折返列車	-	-	-	-	-	-	30	30	30
抵達進路 c 中途停站	-	-	-	-	-	30	-	30	30
抵達進路 c 終點列車	-	-	-	-	-	30	-	30	30

表 32 花蓮站案例之號誌安全時距設定 32

先行 \ 續行	離開 進路 i 折返 列車	離開 進路 j 中途 停站	離開 進路 j 始發 列車	離開 進路 j 折返 列車	離開 進路 k	離開 進路 l	離開 進路 m	離開 進路 n	離開 進路 o
抵達進路 c 折返列車	-	-	-	-	-	30	-	30	30
抵達進路 d 中途停站	-	30	30	30	-	30	30	-	30
抵達進路 d 終點列車	-	30	30	30	-	30	30	-	30
抵達進路 d 折返列車	-	30	30	30	-	30	30	-	30
抵達進路 e 中途停站	30	-	-	-	-	30	30	30	-
抵達進路 e 終點列車	30	-	-	-	-	30	30	30	-
抵達進路 e 折返列車	30	-	-	-	-	30	30	30	-
抵達進路 f	-	-	-	-	-	-	-	-	-

表 33 花蓮站案例之號誌安全時距設定 33

先行 \ 續行	離開 進路 i 折返 列車	離開 進路 j 中途 停站	離開 進路 j 始發 列車	離開 進路 j 折返 列車	離開 進路 k	離開 進路 l	離開 進路 m	離開 進路 n	離開 進路 o
抵達進路 g	-	-	-	-	-	-	-	-	-
抵達進路 h	-	-	-	-	-	-	-	-	-
抵達進路 i	-	-	-	-	-	-	-	-	-
抵達進路 j	-	-	-	-	-	-	-	-	-
抵達進路 k	-	-	-	-	-	-	-	-	-
抵達進路 l	-	-	-	-	-	-	30	30	30
抵達進路 m	-	-	-	-	-	30	-	30	30
抵達進路 n	-	30	30	30	-	30	30	-	30
抵達進路 o	30	-	-	-	-	30	30	30	-

表 34 花蓮站案例之號誌安全時距設定 34

續行 先行	離開 進路 i 折返 列車	離開 進路 j 中途 停站	離開 進路 j 始發 列車	離開 進路 j 折返 列車	離開 進路 k	離開 進路 l	離開 進路 m	離開 進路 n	離開 進路 o
離開進路 a	-	-	-	-	-	-	-	-	-
離開進路 b	-	-	-	-	-	-	-	-	-
離開進路 c	-	-	-	-	-	-	-	-	-
離開進路 d	-	-	-	-	-	-	-	-	-
離開進路 e	-	-	-	-	-	-	-	-	-
離開進路 f 中途停站	360	360	360	360	960	360	360	360	360
離開進路 f 始發列車	360	360	360	360	960	360	360	360	360
離開進路 f 折返列車	360	360	360	360	960	360	360	360	360

表 35 花蓮站案例之號誌安全時距設定 35

續行 先行	離開 進路 i 折返 列車	離開 進路 j 中途 停站	離開 進路 j 始發 列車	離開 進路 j 折返 列車	離開 進路 k	離開 進路 l	離開 進路 m	離開 進路 n	離開 進路 o
離開進路 g 中途停站	360	360	360	360	-	960	360	360	360
離開進路 g 始發列車	360	360	360	360	-	960	360	360	360
離開進路 g 折返列車	360	360	360	360	-	960	360	360	360
離開進路 h 中途停站	360	360	360	360	-	360	960	360	360
離開進路 h 始發列車	360	360	360	360	-	360	960	360	360
離開進路 h 折返列車	360	360	360	360	-	360	960	360	360
離開進路 i 中途停站	1560	360	360	360	-	-	-	960	360
離開進路 i 始發列車	1560	360	360	360	-	-	-	960	360

表 36 花蓮站案例之號誌安全時距設定 36

先行 \ 續行	離開 進路 i 折返 列車	離開 進路 j 中途 停站	離開 進路 j 始發 列車	離開 進路 j 折返 列車	離開 進路 k	離開 進路 l	離開 進路 m	離開 進路 n	離開 進路 o
離開進路 i 折返列車	1560	360	360	360	-	-	-	960	360
離開進路 j 中途停站	360	540	1560	1560	-	-	-	360	960
離開進路 j 始發列車	360	540	1560	1560	-	-	-	360	960
離開進路 j 折返列車	360	540	1560	1560	-	-	-	360	960
離開進路 k	-	-	-	-	960	-	-	-	-
離開進路 l	-	-	-	-	-	960	360	360	360
離開進路 m	-	-	-	-	-	360	960	360	360
離開進路 n	1560	360	360	360	-	360	360	960	360
離開進路 o	360	540	1560	1560	-	360	360	360	960

附錄五 教育訓練辦理情形



附錄五 教育訓練辦理情形

本年度辦理兩場「傳統區域鐵路系統容量分析技術教育訓練」，以下就場次安排、課程規劃以及參與情形等三方面，說明教育訓練的辦理情況。

附 5.1 場次安排

兩場教育訓練皆於鐵道局舉辦，分別於民國 112 年 6 月 9 日和 10 月 25 日辦理，實況照片如圖 1 和圖 2。



圖 1 第一次教育訓練



圖 2 第二次教育訓練

附 5.2 課程規劃

在課程安排上，兩場教育訓練皆是安排一天之課程，共有四堂課，每堂課 70 分鐘，並在最後安排 20 分鐘的綜合討論時間。

第一場主要內容為鐵道容量分析概念、模式與軟體應用展示，課堂時程如表 1，其內容大綱為：

1. 鐵道容量分析概論

授課內容包含軌道容量分析的基本概念、相關名詞定義介紹、影響因素、分析架構與應用範圍等。

2. 傳統暨區域鐵路系統容量分析模式

認識傳統暨區域鐵路系統容量分析模式，包括號誌安全時距的計算、交會待避損失時間的估計、平均最小運轉時隔的計算和路線容量的計算程序等。

3. 傳統暨區域鐵路系統容量分析軟體

介紹傳統暨區域鐵路系統容量分析軟體的特色和操作環境，帶領學員快速入門並示範各項功能操作程序。

4. 實務應用案例展示

以七堵－樹林為例，展示如何使用鐵道容量分析軟體來評估其路線容量、辨識容量瓶頸所在以及瞭解造成瓶頸的原因，並說明如何根據造成瓶頸的原因來擬定改善方案並評估改善效益。

表 1 第一次教育訓練課程安排

時間	內容
9:00~9:30	報到
9:30~9:40	主辦單位致詞
9:40~10:50	鐵道容量分析概論
10:50~11:00	休息時間
11:00~12:10	傳統暨區域鐵路系統容量分析模式
	午餐
13:40~14:50	傳統暨區域鐵路系統容量分析軟體
14:50~15:00	休息時間
15:00~16:10	實務應用案例展示
16:10~16:30	綜合討論

附 5.3 參與情形

兩場教育訓練的總參與人數共計 59 人，其中第一場為 27 人，第二場為 32 人。參與人員分布情況如圖 3 所示，由於今年度教育訓練主要是因應鐵道局需求，因此參與的人員大多來自政府機關，其次是顧問公司。

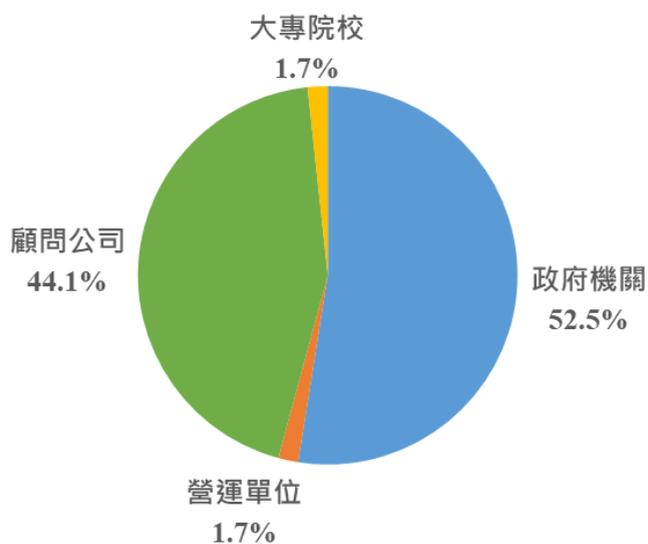


圖 3 教育訓練參與人員分布情況



附錄六 研究成果海報



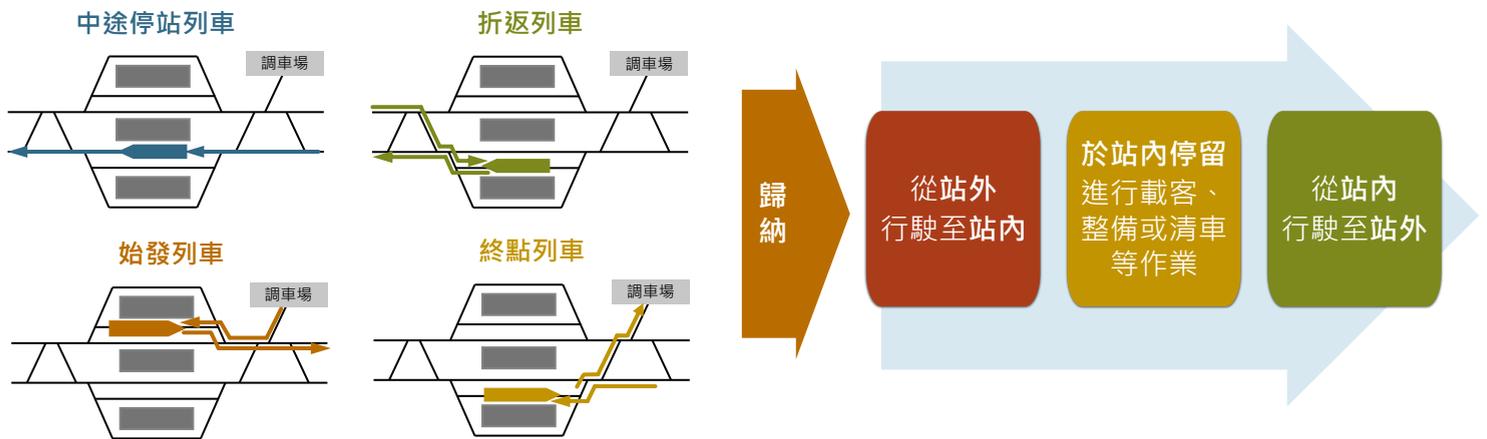
城際鐵道容量分析暨應用研究(1/2)

—編組站及末端站之容量模式構建

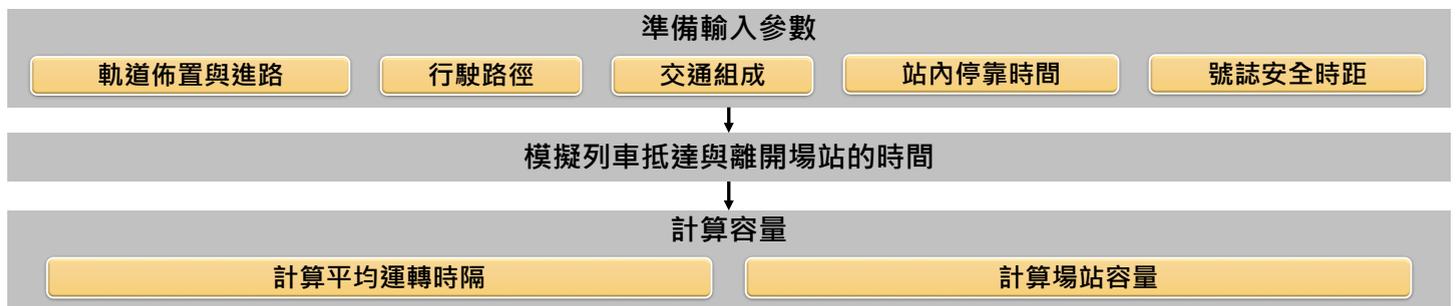
研究緣起與目的

目前傳統暨區域鐵路容量分析模式，主要針對幾種常見的車站配置進行分析，但尚未包含編組站及末端站，在應用上有所侷限。編組站及末端站的軌道與月臺配置複雜，可能成為容量瓶頸處，有鑑於此，本計畫歸納了列車於場站內的運轉特性，發展可用於評估各式場站容量的分析模式，以完備國內鐵道容量分析技術。

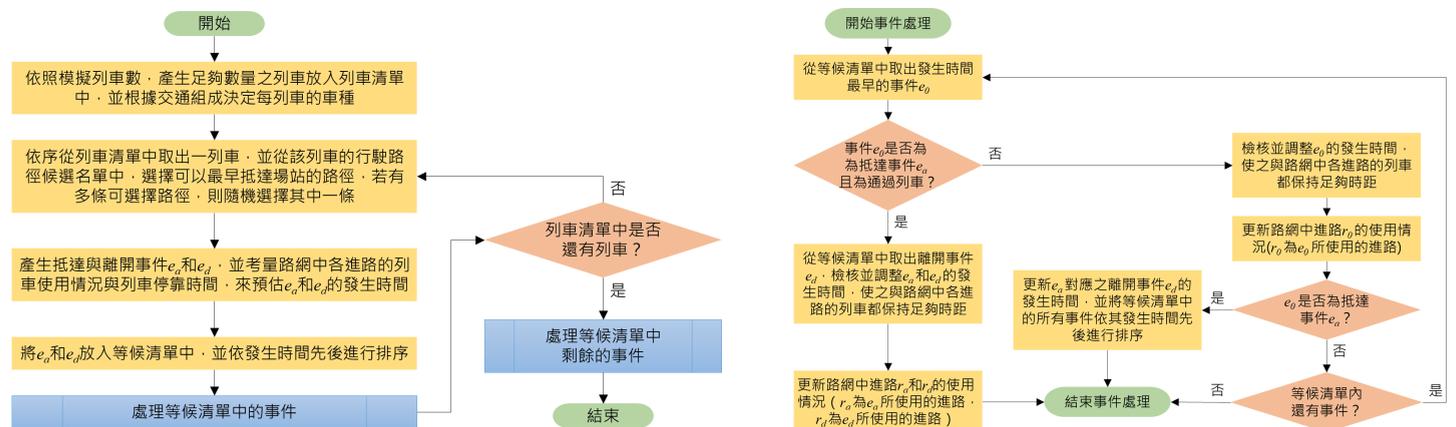
場站內的列車運轉特性



場站容量分析模式架構



模擬列車抵達與離開場站之流程



平均運轉時隔與場站容量計算

	進站	離站
平均運轉時隔	$\bar{h}_a = \frac{t_a(n_a) - t_a(1)}{n_a - 1} \times (1 + \beta)$	$\bar{h}_d = \frac{t_d(n_d) - t_d(1)}{n_d - 1} \times (1 + \beta)$
場站容量	$C_{s,a} = \frac{3600}{\bar{h}_a}$	$C_{s,d} = \frac{3600}{\bar{h}_d}$

\bar{h}_a = 列車進站的平均運轉時隔 (s)
 $t_a(n_a)$ = 時間範圍內最後一個抵達事件的時間 (s)
 $t_a(1)$ = 時間範圍內第一個抵達事件的時間 (s)
 n_a = 在時間範圍內抵達場站的列車數量

β = 運轉寬裕時間係數
 \bar{h}_d = 列車離站的平均運轉時隔 (s)
 $t_d(n_d)$ = 時間範圍內最後一個離開事件的時間 (s)
 $t_d(1)$ = 時間範圍內第一個離開事件的時間 (s)

n_d = 在時間範圍內離開場站的列車數量
 $C_{s,a}$ = 列車進站的場站容量 (TU/h)
 $C_{s,d}$ = 列車離站的場站容量 (TU/h)



附錄七 期末報告審查會議簡報





城際鐵道容量分析暨應用研究(1/2)－編組站及末端站之容量模式構建 期末審查簡報

計畫主持人：黃筓玳 研究員

財團法人中興工程顧問社
SINOTECH ENGINEERING CONSULTANTS, INC.
中華民國一一二年十二月十四日

大綱

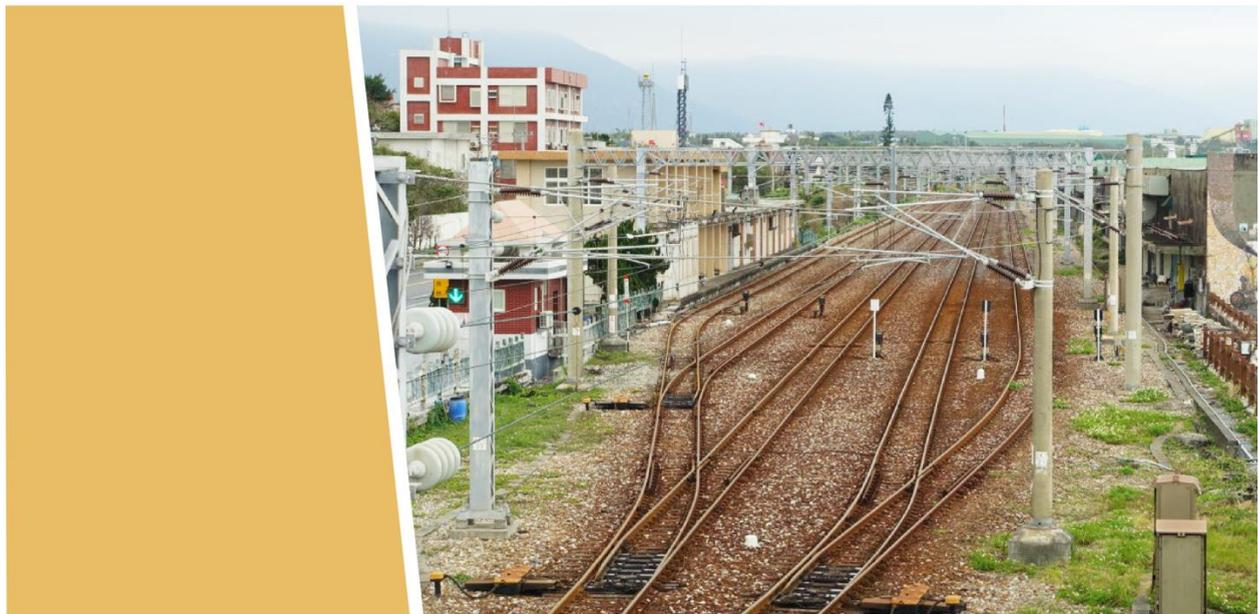
計畫背景概述

場站容量分析模式

案例分析

敏感度分析

結論與建議



Part 1

計畫背景概述

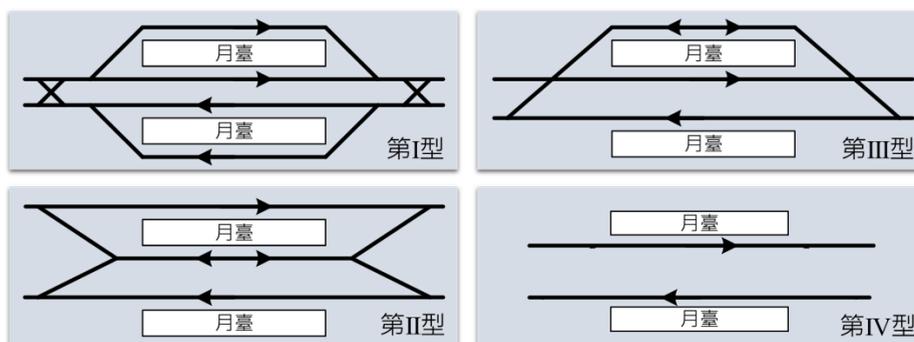
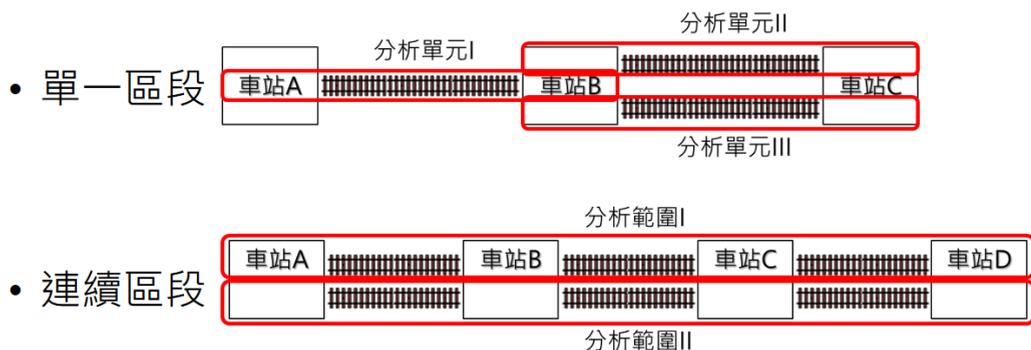
3

運研所鐵道容量系列研究



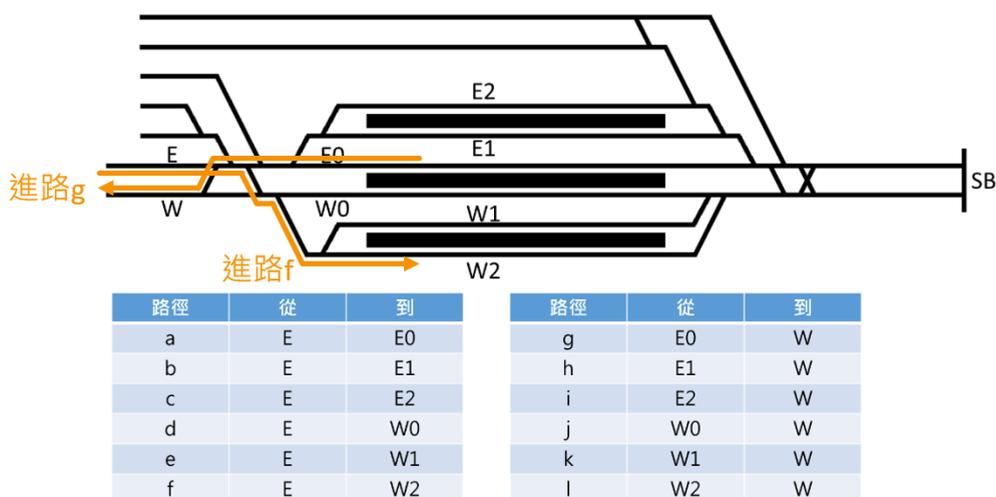
4

傳統暨區域鐵道容量分析模式



5

缺乏對編組站/末端站容量之探討



6

全程計畫概要

研究目的

發展分析方法掌握編組站及末端站之容量，以完備國內鐵道容量分析技術

城際鐵道容量分析暨應用研究

第一年度

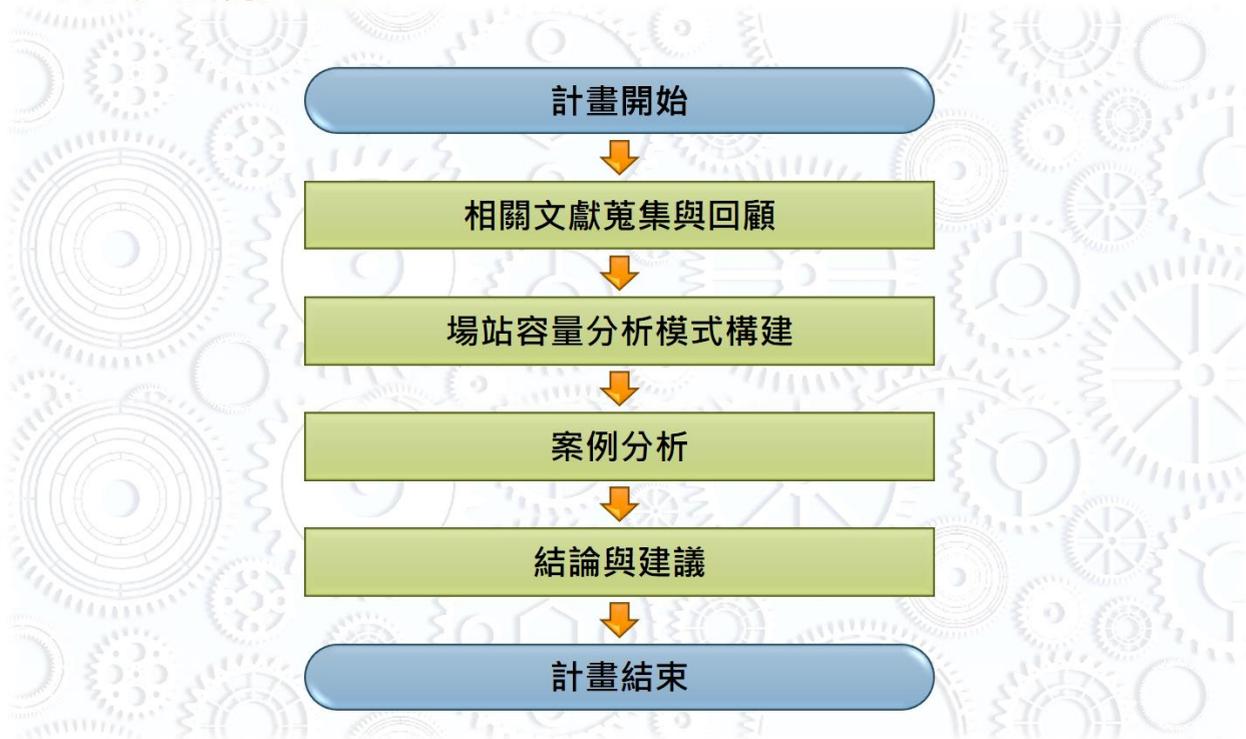
- 編組站及末端站容量分析相關文獻回顧
- 編組站及末端站之鐵道容量分析模式構建
- 編組站及末端站之鐵道容量案例分析

第二年度

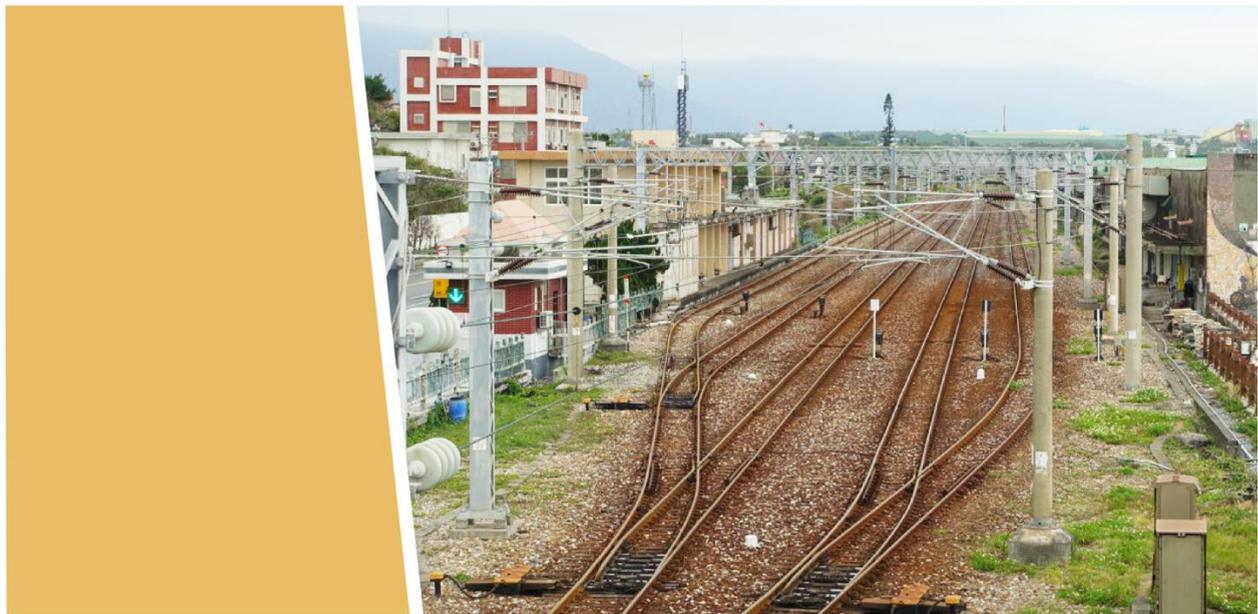
- 考量編組站及末端站之鐵道容量軟體功能擴充
- 城際鐵道系統之號誌安全時距計算公式研析
- 臺灣鐵道容量手冊擴充編訂及教育訓練

7

研究流程



8



Part 2

場站容量分析模式

9

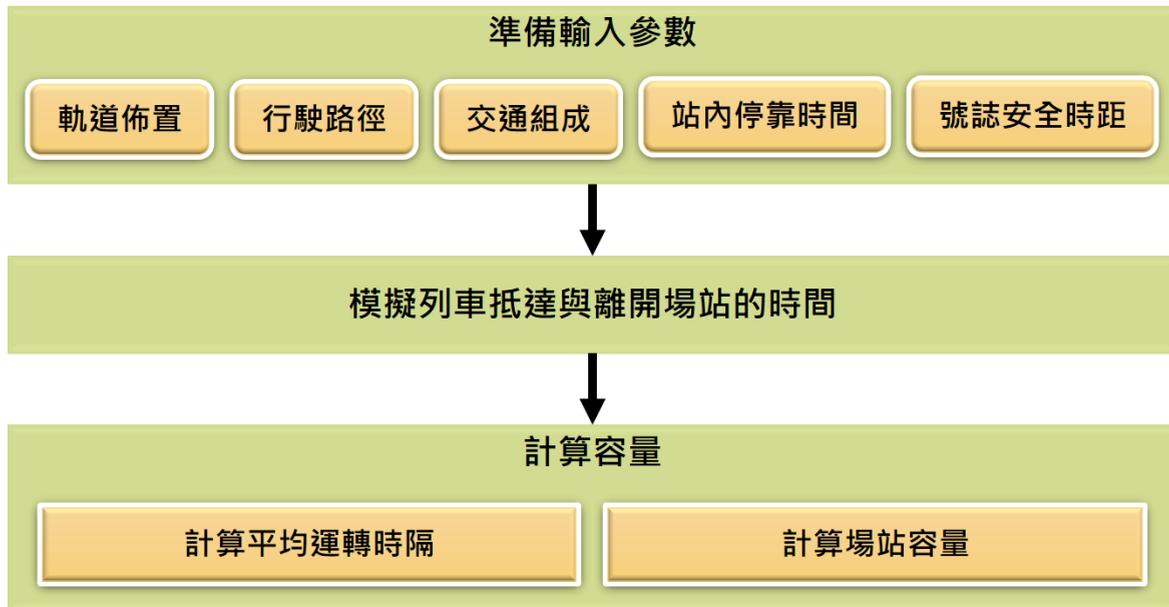
基本概念

- 場站容量從以下兩方面來衡量
 - 單位時間內能讓多少列車進到場站進行載客、整備或清車等作業
 - 單位時間內能讓多少列車完成載客、整備或清車等作業離到場站
- 讓列車緊密地抵達場站，但相互之間都保持足夠的號誌安全時距，最後觀察列車進出場站的情況，進而評估場站容量



10

模式架構



11

平均運轉時隔與場站容量計算

	進站	離站
平均運轉時隔	$\bar{h}_a = \frac{t_a(n_a) - t_a(1)}{n_a - 1} \times (1 + \beta)$	$\bar{h}_d = \frac{t_d(n_d) - t_d(1)}{n_d - 1} \times (1 + \beta)$
場站容量	$C_{s,a} = \frac{3600}{\bar{h}_a}$	$C_{s,d} = \frac{3600}{\bar{h}_d}$

\bar{h}_a = 列車進站的平均運轉時隔 (s)

$t_a(n_a)$ = 時間範圍內最後一個抵達事件的時間 (s)

$t_a(1)$ = 時間範圍內第一個抵達事件的時間 (s)

n_a = 在時間範圍內抵達場站的列車數量

β = 運轉寬裕時間係數

\bar{h}_d = 列車離站的平均運轉時隔 (s)

$t_d(n_d)$ = 時間範圍內最後一個離開事件的時間 (s)

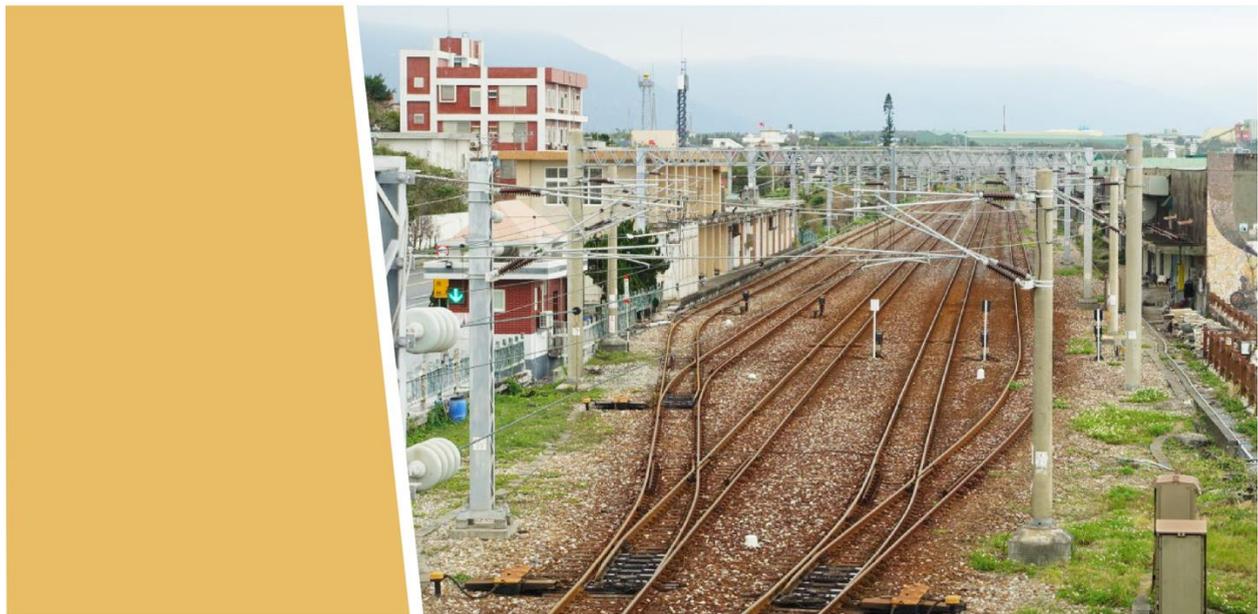
$t_d(1)$ = 時間範圍內第一個離開事件的時間 (s)

n_d = 在時間範圍內離開場站的列車數量

$C_{s,a}$ = 列車進站的場站容量 (TU/h)

$C_{s,d}$ = 列車離站的場站容量 (TU/h)

12



Part 3

案例分析

13

分析對象

測試案例

- 末端站 已於期中階段完成
- 編組站
- 中間折返站

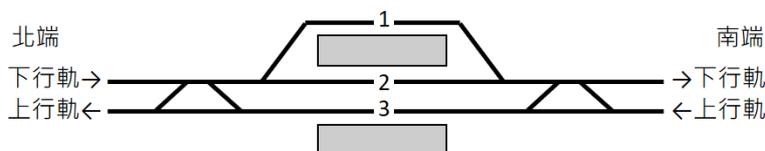
實務案例



14

中間折返站測試例

- 軌道佈置情形



- 輸入參數設定

- 進路

進路名稱	進路起始端點	進路結束端點
抵達進路a	北端下行軌	站內軌1
抵達進路b	北端下行軌	站內軌2
抵達進路c	南端上行軌	站內軌3
離開進路a	站內軌1	南端下行軌
離開進路b	站內軌2	南端下行軌
離開進路c	站內軌1	北端上行軌
離開進路d	站內軌3	北端上行軌

15

中間折返站測試例

- 輸入參數設定

- 行駛路徑

行駛路徑名稱	抵達進路名稱	離開進路名稱	示意圖
行駛路徑A	抵達進路a	離開進路a	
行駛路徑B	抵達進路a	離開進路c	
行駛路徑C	抵達進路b	離開進路b	
行駛路徑D	抵達進路c	離開進路d	

16

中間折返站測試例

- 輸入參數設定
 - 交通組成與站內停靠時間

運行方向	車種名稱	組成比例	行駛路徑	站內停靠時間
下行	續行列車	35%	行駛路徑A 行駛路徑C	旅客上下車1分鐘 (60秒)
	折返列車	30%	行駛路徑B	旅客上下車+折返整備 共計15分鐘 (900秒)
上行	續行列車	35%	行駛路徑D	旅客上下車1分鐘 (60秒)

17

中間折返站測試例

- 輸入參數設定
 - 號誌安全時距

先行	續行	抵達進路a 續行列車	抵達進路a 折返列車	抵達 進路b	抵達 進路c	離開 進路a	離開 進路b	離開 進路c	離開 進路d
抵達進路a 續行列車		300	300	180	-	-	-	-	-
抵達進路a 折返列車		1200	1200	180	-	-	-	-	-
抵達進路b		180	180	300	-	-	-	30	-
抵達進路c		-	-	-	300	-	-	-	-
離開進路a		240	240	-	-	300	180	-	-
離開進路b		-	-	240	-	180	300	-	-
離開進路c		300	300	300	-	-	-	1200	180
離開進路d		-	-	-	240	-	-	180	300

單位：秒

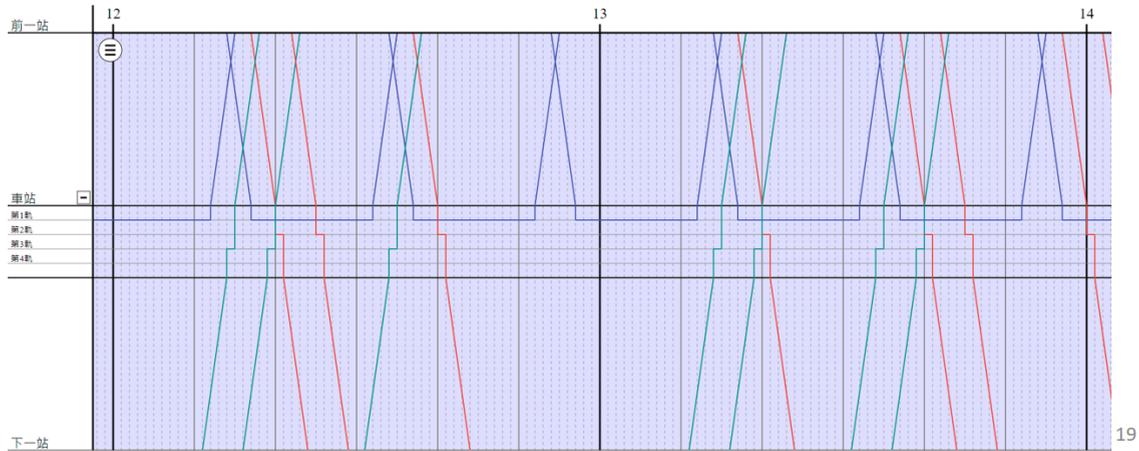
18

中間折返站測試例

- 場站容量分析結果

- 模擬列車數為2000列，並用10組不同的亂數種子進行10次分析

方向	下行進站	下行離站	上行進站	上行離站
平均運轉時隔 (秒)	576.3	1073.7	1087.5	579.3
場站容量 (列車/小時)	6.25	3.35	3.31	6.21



蘇澳站

- 軌道佈置情形



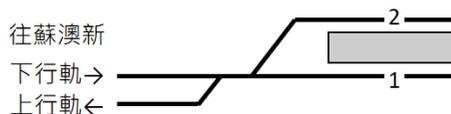
- 列車運行

- 從蘇澳新站行駛到蘇澳站後，折返開往蘇澳新站
 - 兩個月臺面分別供長編組與短編組區間車停靠

蘇澳站

• 輸入參數設定

• 進路



進路名稱	起始端點	結束端點	進路名稱	起始端點	結束端點
抵達進路a	下行軌	站內軌1	離開進路a	站內軌1	上行軌
抵達進路b	下行軌	站內軌2	離開進路b	站內軌2	上行軌

• 行駛路徑

行駛路徑名稱	抵達進路名稱	離開進路名稱	示意圖
行駛路徑A	抵達進路a	離開進路a	
行駛路徑B	抵達進路b	離開進路b	

• 交通組成與站內停靠時間

車種名稱	組成比例	行駛路徑	站內停靠時間
長編組區間車	50%	行駛路徑A	12分鐘 (720秒)
短編組區間車	50%	行駛路徑B	12分鐘 (720秒)

21

蘇澳站

• 輸入參數設定

• 號誌安全時距

- 同股道先行車離站至續行車進站：300秒
- 不同股道進站：300秒
- 不同股道離站：300秒
- 平面交叉先離站再進站：300秒
- 平面交叉先進站再離站：30秒

先行 \ 續行	抵達進路a	抵達進路b	離開進路a	離開進路b
抵達進路a	1020	300	-	30
抵達進路b	300	1020	30	-
離開進路a	300	300	1020	300
離開進路b	300	300	300	1020

單位：秒

22

蘇澳站

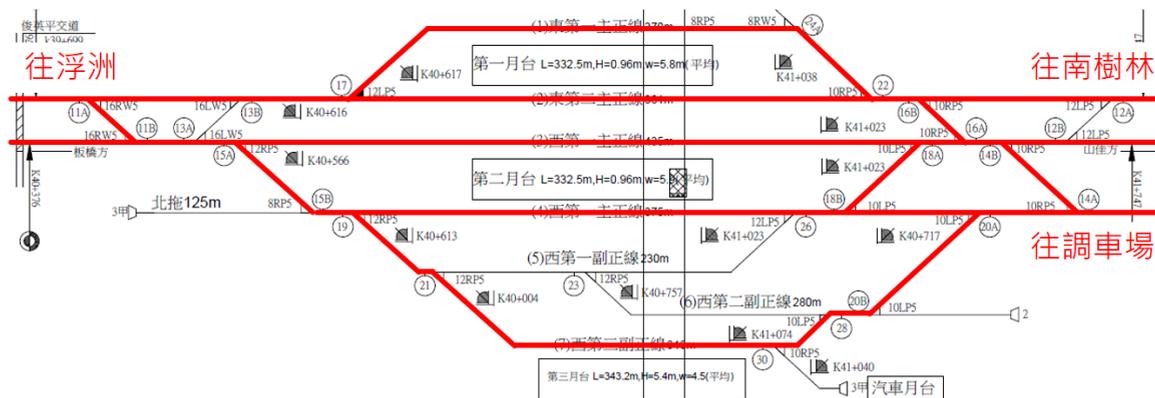
• 場站容量分析結果

運轉寬裕係數		0	0.025	0.05	0.075	0.1	0.125	0.15	臺鐵現行尖峰 小時班次數
場站容量 (列車/小時)	進站	4.94	4.82	4.70	4.59	4.49	4.39	4.29	3
	離站	4.94	4.82	4.70	4.59	4.49	4.39	4.29	3



樹林站

• 軌道佈置情形

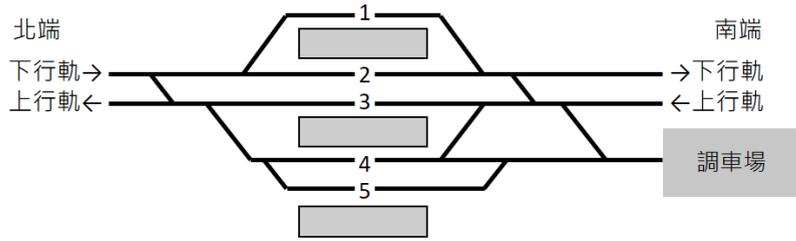


• 列車運行

- 從浮洲站下行到樹林站後，繼續開往南樹林站
- 從浮洲站下行到樹林站後，之後進入調車場
- 從南樹林站上行到樹林站後，繼續開往浮洲站
- 從調車場進入樹林站，上行開往浮洲站

樹林站

- 輸入參數設定
 - 進路



進路名稱	起始端點	結束端點	進路名稱	起始端點	結束端點
抵達進路a	北端下行軌	站內軌1	離開進路a	站內軌1	南端下行軌
抵達進路b	北端下行軌	站內軌2	離開進路b	站內軌2	南端下行軌
抵達進路c	北端下行軌	站內軌4	離開進路c	站內軌3	北端上行軌
抵達進路d	北端下行軌	站內軌5	離開進路d	站內軌4	北端上行軌
抵達進路e	南端上行軌	站內軌3	離開進路e	站內軌5	北端上行軌
抵達進路f	南端上行軌	站內軌4	離開進路f	站內軌1	調車場
抵達進路g	調車場	站內軌3	離開進路g	站內軌4	調車場
抵達進路h	調車場	站內軌4	離開進路h	站內軌5	調車場
抵達進路i	調車場	站內軌5			

25

樹林站

- 輸入參數設定
 - 行駛路徑(1/2)

行駛路徑名稱	抵達進路名稱	離開進路名稱	示意圖
行駛路徑A	抵達進路a	離開進路a	
行駛路徑B	抵達進路a	離開進路f	
行駛路徑C	抵達進路b	離開進路b	
行駛路徑D	抵達進路c	離開進路h	
行駛路徑E	抵達進路d	離開進路i	

26

樹林站

- 輸入參數設定
 - 行駛路徑(2/2)

行駛路徑名稱	抵達進路名稱	離開進路名稱	示意圖
行駛路徑F	抵達進路e	離開進路c	
行駛路徑G	抵達進路f	離開進路d	
行駛路徑H	抵達進路g	離開進路c	
行駛路徑I	抵達進路h	離開進路d	
行駛路徑J	抵達進路i	離開進路e	

27

樹林站

- 輸入參數設定
 - 交通組成與站內停靠時間

運行方向	車種名稱	組成比例	行駛路徑	站內停靠時間
下行	續行列車	27.3%	行駛路徑A 行駛路徑C	2分鐘 (120秒)
	通過列車	4.5%	行駛路徑C	0分鐘 (0秒)
	終點列車	18.2%	行駛路徑B 行駛路徑D 行駛路徑E	3分鐘 (180秒)
上行	續行列車	27.3%	行駛路徑F 行駛路徑G	2分鐘 (120秒)
	通過列車	4.5%	行駛路徑F	0分鐘 (0秒)
	始發列車	18.2%	行駛路徑H 行駛路徑I 行駛路徑J	5分鐘 (300秒)

28

樹林站

- 輸入參數設定
 - 號誌安全時距

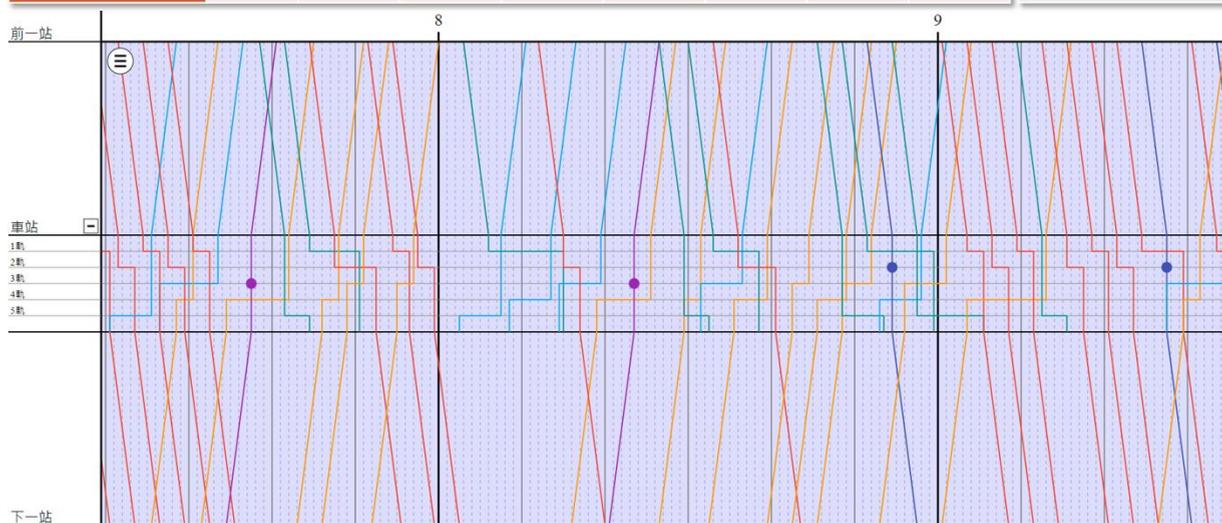
項目	時距 (秒)
同股道先行車離站至續行車進站	240
不同股道進站	180
不同股道離站	180
不同主線進站停靠不同股道時距	240
不同股道離站行駛不同主線時距	120
平面交叉先離站再進站	240
平面交叉先進站再離站	30
列車一進一出調車場	720
兩列車連續進調車場	360
兩列車連續出調車場	360

29

樹林站

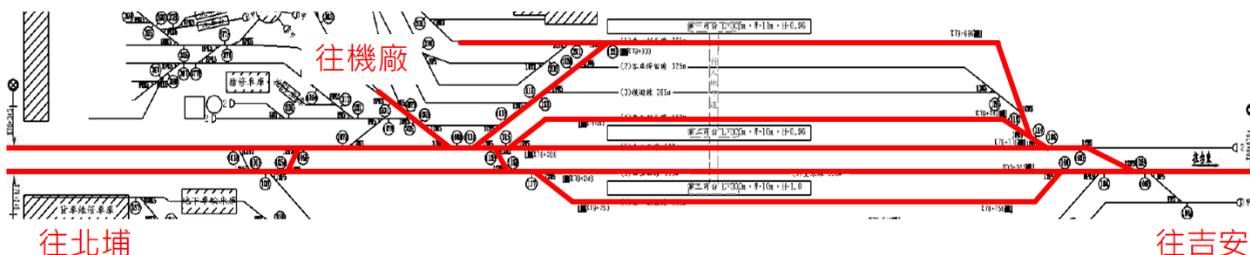
- 場站容量分析結果

運轉寬裕係數		0	0.025	0.05	0.075	0.1	0.125	0.15	臺鐵現行尖峰 小時班次數
場站容量 (列車/小時)	下行 進站	11.19	10.92	10.66	10.41	10.17	9.95	9.73	11
	上行 離站	11.08	10.81	10.55	10.31	10.07	9.85	9.63	11



花蓮站

軌道佈置情形



列車運行

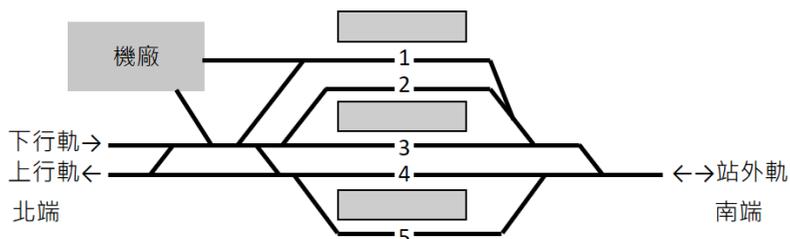
- 從北埔站下行到花蓮站後，繼續開往吉安站
- 從北埔站下行到花蓮站後，之後進入機廠
- 從北埔站下行到花蓮站後，折返上行開往北埔站
- 從吉安站上行到花蓮站後，繼續開往北埔站
- 從機廠進入花蓮站，上行開往北埔站

31

花蓮站

輸入參數設定

- 進路 - 抵達進路



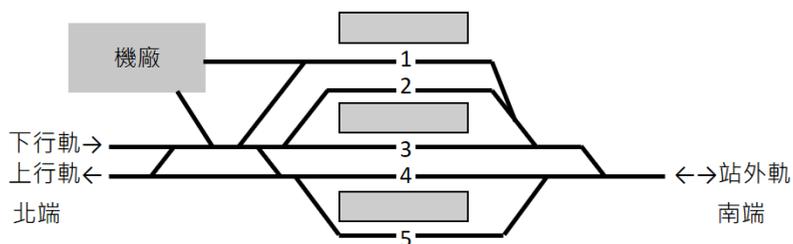
進路名稱	起始端點	結束端點
抵達進路a	北端下行軌	站內軌1
抵達進路b	北端下行軌	站內軌2
抵達進路c	北端下行軌	站內軌3
抵達進路d	北端下行軌	站內軌4
抵達進路e	北端下行軌	站內軌5
抵達進路f	南端站外軌	站內軌1
抵達進路g	南端站外軌	站內軌2
抵達進路h	南端站外軌	站內軌3
抵達進路i	南端站外軌	站內軌4
抵達進路j	南端站外軌	站內軌5

進路名稱	起始端點	結束端點
抵達進路k	機廠	站內軌1
抵達進路l	機廠	站內軌2
抵達進路m	機廠	站內軌3
抵達進路n	機廠	站內軌4
抵達進路o	機廠	站內軌5

32

花蓮站

- 輸入參數設定
 - 進路 - 離開進路



進路名稱	起始端點	結束端點
離開進路a	站內軌1	南端站外軌
離開進路b	站內軌2	南端站外軌
離開進路c	站內軌3	南端站外軌
離開進路d	站內軌4	南端站外軌
離開進路e	站內軌5	南端站外軌
離開進路f	站內軌1	北端上行軌
離開進路g	站內軌2	北端上行軌
離開進路h	站內軌3	北端上行軌
離開進路i	站內軌4	北端上行軌
離開進路j	站內軌5	北端上行軌

進路名稱	起始端點	結束端點
離開進路k	站內軌1	機廠
離開進路l	站內軌2	機廠
離開進路m	站內軌3	機廠
離開進路n	站內軌4	機廠
離開進路o	站內軌5	機廠

33

花蓮站

- 輸入參數設定
 - 行駛路徑(1/5)

行駛路徑名稱	抵達進路名稱	離開進路名稱	示意圖
行駛路徑A	抵達進路a	離開進路a	
行駛路徑B	抵達進路b	離開進路b	
行駛路徑C	抵達進路c	離開進路c	
行駛路徑D	抵達進路d	離開進路d	
行駛路徑E	抵達進路e	離開進路e	

34

花蓮站

- 輸入參數設定
 - 行駛路徑(2/5)

行駛路徑名稱	抵達進路名稱	離開進路名稱	示意圖
行駛路徑F	抵達進路a	離開進路f	
行駛路徑G	抵達進路b	離開進路g	
行駛路徑H	抵達進路c	離開進路h	
行駛路徑I	抵達進路d	離開進路i	
行駛路徑J	抵達進路e	離開進路j	

35

花蓮站

- 輸入參數設定
 - 行駛路徑(3/5)

行駛路徑名稱	抵達進路名稱	離開進路名稱	示意圖
行駛路徑K	抵達進路a	離開進路k	
行駛路徑L	抵達進路b	離開進路l	
行駛路徑M	抵達進路c	離開進路m	
行駛路徑N	抵達進路d	離開進路n	
行駛路徑O	抵達進路e	離開進路o	

36

花蓮站

- 輸入參數設定
 - 行駛路徑(4/5)

行駛路徑名稱	抵達進路名稱	離開進路名稱	示意圖
行駛路徑P	抵達進路f	離開進路f	
行駛路徑Q	抵達進路g	離開進路g	
行駛路徑R	抵達進路h	離開進路h	
行駛路徑S	抵達進路i	離開進路i	
行駛路徑T	抵達進路j	離開進路j	

37

花蓮站

- 輸入參數設定
 - 行駛路徑(5/5)

行駛路徑名稱	抵達進路名稱	離開進路名稱	示意圖
行駛路徑U	抵達進路k	離開進路f	
行駛路徑V	抵達進路l	離開進路g	
行駛路徑W	抵達進路m	離開進路h	
行駛路徑X	抵達進路n	離開進路i	
行駛路徑Y	抵達進路o	離開進路j	

38

花蓮站

- 輸入參數設定
 - 交通組成與站內停靠時間

運行方向	車種名稱	組成比例	行駛路徑	站內停靠時間
下行	續行列車	20%	行駛路徑A~E	3分鐘 (180秒)
	終點列車	20%	行駛路徑K~O	10分鐘 (600秒)
	折返列車	20%	行駛路徑F~J	20分鐘 (1200秒)
上行	續行列車	20%	行駛路徑P~T	3分鐘 (180秒)
	始發列車	20%	行駛路徑U~Y	20分鐘 (1200秒)

39

花蓮站

- 輸入參數設定
 - 號誌安全時距

項目	時距 (秒)
同股道先行車離站至續行車進站	360
不同股道進站	360
不同股道離站	360
不同主線進站停靠不同股道時距	360
不同股道離站行駛不同主線時距	360
平面交叉先離站再進站	360
平面交叉先進站再離站	30
列車一進一出機廠	360
兩列車連續進機廠	360
兩列車連續出機廠	360

40

花蓮站

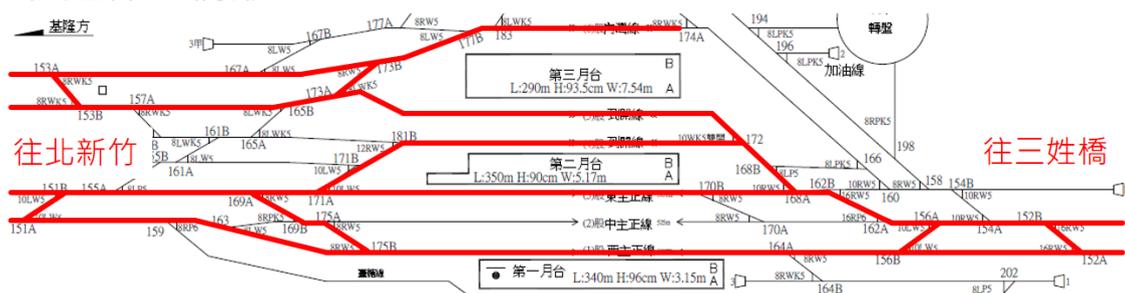
• 場站容量分析結果

運轉寬裕係數		0	0.025	0.05	0.075	0.1	0.125	0.15	臺鐵現行尖峰 小時班次數	
場站容量 (列車/小時)	下行 進站	6.31	6.15	6.01	5.87	5.73	5.61	5.48		6
	上行 離站	6.26	6.11	5.96	5.82	5.69	5.57	5.44		6



新竹站

• 軌道佈置情形

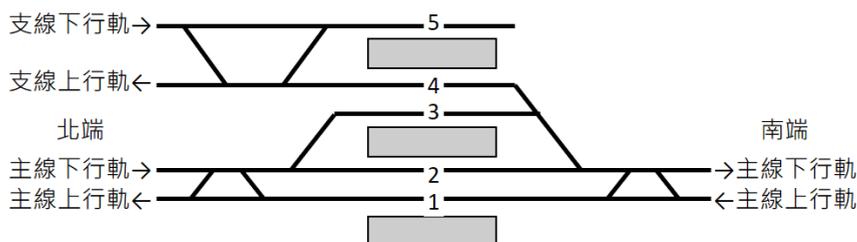


• 列車運行

- 從北新竹站經主線下行到新竹站後，繼續開往三姓橋站
- 從北新竹站經主線下行到新竹站後，折返經主線上行開往北新竹站
- 從三姓橋站上行到新竹站後，繼續經主線開往北新竹站
- 從三姓橋站上行到新竹站後，折返下行開往三姓橋站
- 從北新竹站經支線下行到新竹站後，折返經支線上行開往北新竹站

新竹站

- 輸入參數設定
 - 進路



進路名稱	起始端點	結束端點
抵達進路a	北端主線下行軌	站內軌1
抵達進路b	北端主線下行軌	站內軌2
抵達進路c	北端主線下行軌	站內軌3
抵達進路d	南端主線上行軌	站內軌1
抵達進路e	南端主線上行軌	站內軌3
抵達進路f	南端主線上行軌	站內軌4
抵達進路g	支線下行軌	站內軌4
抵達進路h	支線下行軌	站內軌5

進路名稱	起始端點	結束端點
離開進路a	站內軌1	南端主線下行軌
離開進路b	站內軌2	南端主線下行軌
離開進路c	站內軌3	南端主線下行軌
離開進路d	站內軌4	南端主線下行軌
離開進路e	站內軌1	北端主線上行軌
離開進路f	站內軌3	北端主線上行軌
離開進路g	站內軌4	支線上行軌
離開進路h	站內軌5	支線上行軌

43

新竹站

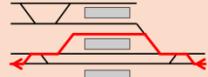
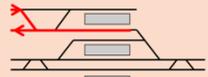
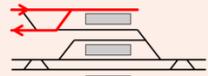
- 輸入參數設定
 - 行駛路徑(1/2)

行駛路徑名稱	抵達進路名稱	離開進路名稱	示意圖
行駛路徑A	抵達進路a	離開進路e	
行駛路徑B	抵達進路b	離開進路b	
行駛路徑C	抵達進路c	離開進路c	
行駛路徑D	抵達進路c	離開進路f	
行駛路徑E	抵達進路d	離開進路a	
行駛路徑F	抵達進路d	離開進路e	

44

新竹站

- 輸入參數設定
 - 行駛路徑(2/2)

行駛路徑名稱	抵達進路名稱	離開進路名稱	示意圖
行駛路徑F	抵達進路d	離開進路f	
行駛路徑G	抵達進路e	離開進路d	
行駛路徑H	抵達進路f	離開進路g	
行駛路徑I	抵達進路g	離開進路h	

45

新竹站

- 輸入參數設定
 - 交通組成與站內停靠時間

運行方向	車種名稱	組成比例	行駛路徑	站內停靠時間
主線下行	續行列車	33.3%	行駛路徑B 行駛路徑C	2分鐘 (120秒)
	折返列車	6.7%	行駛路徑A 行駛路徑D	12分鐘 (720秒)
主線上行	續行列車	33.3%	行駛路徑F 行駛路徑G	2分鐘 (120秒)
	折返列車	6.7%	行駛路徑E 行駛路徑H	12分鐘 (720秒)
支線	六家列車	13.3%	行駛路徑J	8分鐘 (480秒)
	內灣列車	6.7%	行駛路徑I	8分鐘 (480秒)

46

新竹站

- 輸入參數設定
 - 號誌安全時距

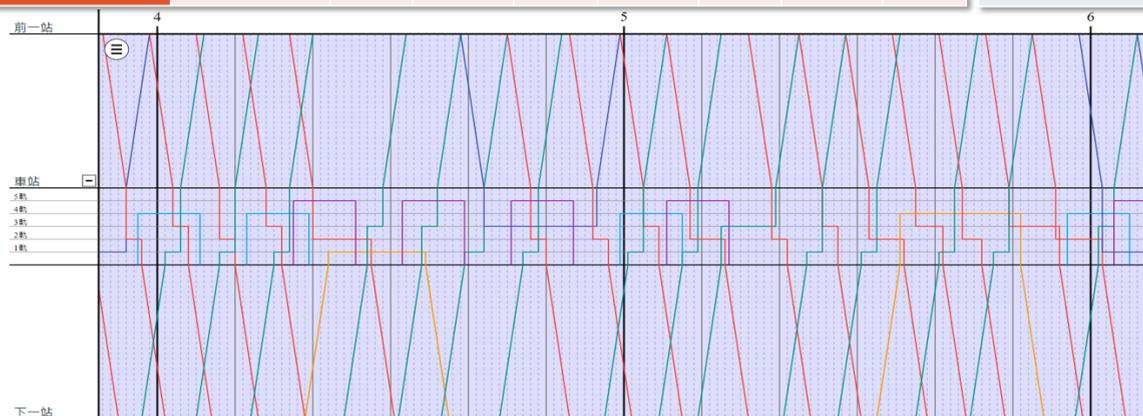
項目	時距 (秒)	
	北端	南端
同股道先行車離站至續行車進站	360	300
不同股道進站	360	300
不同股道離站	360	300
不同主線進站停靠不同股道時距	360	300
不同股道離站行駛不同主線時距	360	300
平面交叉先離站再進站	360	300
平面交叉先進站再離站	30	30

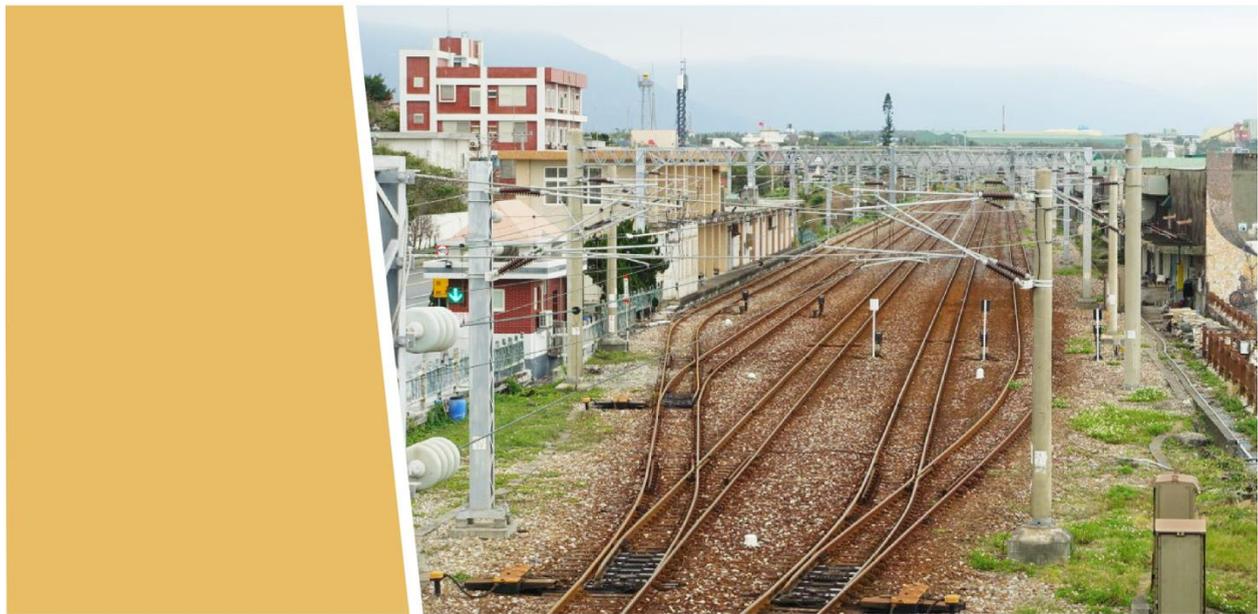
47

新竹站

- 場站容量分析結果

運轉寬裕係數		0	0.025	0.05	0.075	0.1	0.125	0.15	臺鐵現行尖峰 小時班次數
場站容量 (列車/小時)	下行進站	6.66	6.49	6.34	6.19	6.05	5.92	5.79		6
	下行離站	6.69	6.53	6.37	6.22	6.08	5.95	5.82	6
	上行進站	6.66	6.50	6.35	6.20	6.06	5.92	5.79	6
	上行離站	6.63	6.47	6.32	6.17	6.03	5.90	5.77	6
	支線進站	3.23	3.15	3.08	3.00	2.94	2.87	2.81	3
	支線離站	3.23	3.15	3.08	3.00	2.94	2.87	2.81	3





Part 4

敏感度分析

49

分析對象

末端站

已於期中階段完成

編組站

已於期中階段完成

中間折返站

臺鐵基隆站

50

中間折返站

• 敏感度分析結果彙整

1. 停站時間	負相關
2. 折返整備時間	負相關
3. 不同股道進站號誌安全時距	負相關
4. 不同股道離站號誌安全時距	負相關
5. 平面交叉先離站後進站時距	負相關
6. 平面交叉先進站後離站時距	負相關
7. 交通組成	--

- 停站時間、折返整備時間，以及各類號誌安全時距的數值愈大，則場站容量愈低
- 續行列車比例增加，會使場站容量增加

51

中間折返站

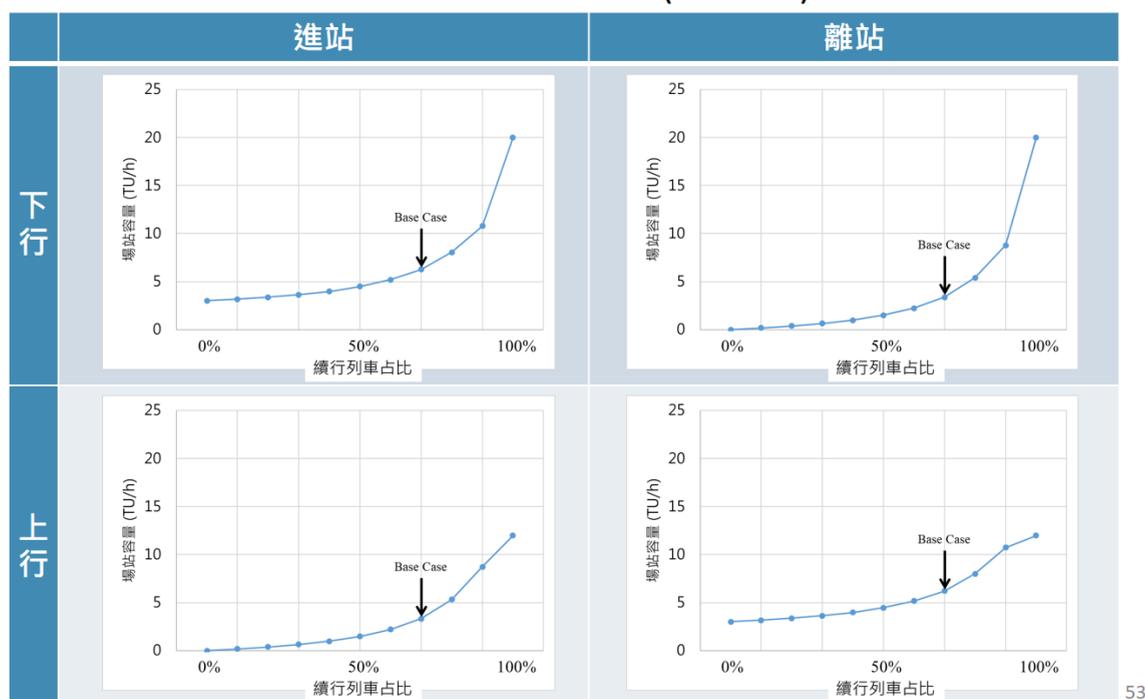
• 交通組成對中間折返站容量之影響 (表格)

交通組成比例 (%)			場站容量 (列車/小時)			
下行 續行列車	下行 折返列車	上行 續行列車	下行進站	下行離站	上行進站	上行離站
0	100	0	3.00	0.00	0.00	3.00
5	90	5	3.17	0.17	0.17	3.17
10	80	10	3.37	0.37	0.37	3.37
15	70	15	3.65	0.65	0.64	3.63
20	60	20	3.98	0.99	0.97	3.97
25	50	25	4.48	1.50	1.48	4.46
30	40	30	5.19	2.24	2.20	5.16
35	30	35	6.25	3.36	3.33	6.22
40	20	40	8.07	5.40	5.33	8.01
45	10	45	10.79	8.79	8.75	10.75
50	0	50	20.00	20.00	12.00	12.00

52

中間折返站

- 交通組成對中間折返站容量之影響 (折線圖)



53

臺鐵基隆站

- 敏感度分析結果彙整

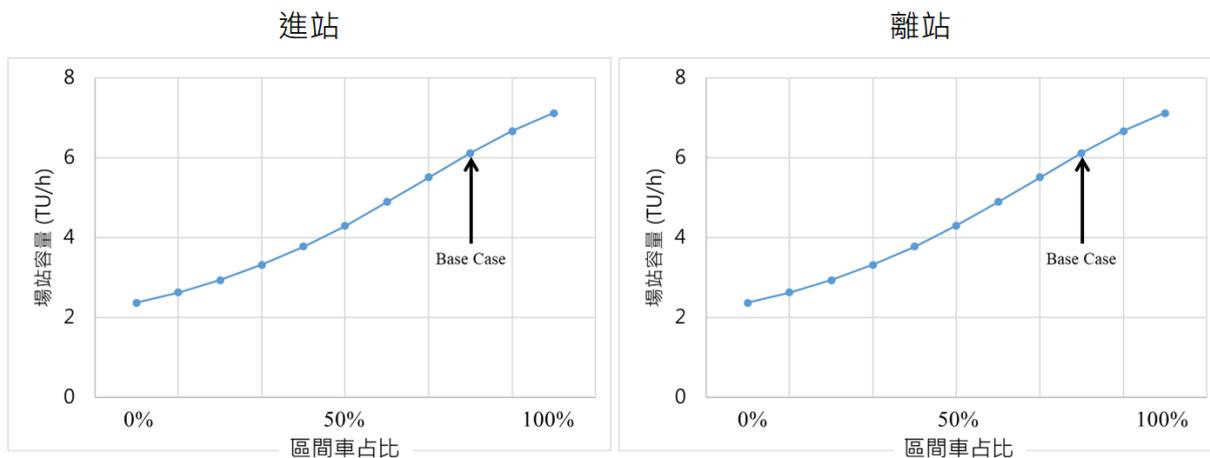
1. 自強號折返整備時間	負相關
2. 區間車折返整備時間	負相關
3. 不同股道進站號誌安全時距	負相關
4. 不同股道離站號誌安全時距	負相關
5. 平面交叉先離站後進站時距	負相關
6. 平面交叉先進站後離站時距	負相關
7. 交通組成	--
8. 軌道運用	--
9. 軌道佈置	-

- 折返整備時間以及各類號誌安全時距的數值愈大，則場站容量愈低
- 區間車比例增加、讓區間車與自強號均可使用所有站內股道或調整軌道佈置，可提升場站容量

54

臺鐵基隆站

- 交通組成對容量之影響
 - 分析結果



55

臺鐵基隆站

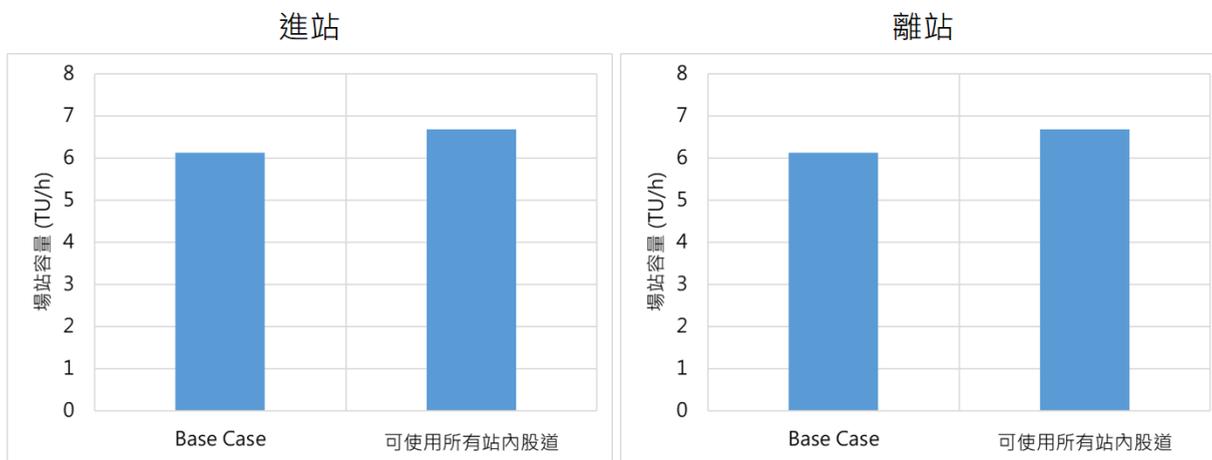
- 調整軌道運用對容量之影響
 - 讓區間車與自強號均可使用所有站內股道



56

臺鐵基隆站

- 調整軌道運用對容量之影響
 - 分析結果



57

臺鐵基隆站

- 調整軌道佈置對容量之影響
 - 軌道佈置情形



- 輸入參數設定 - 進路

進路名稱	起始端點	結束端點	進路名稱	起始端點	結束端點
抵達進路a	西正線	站內西副正線	離開進路a	站內西副正線	調車場
抵達進路b	西正線	站內西主正線	離開進路b	站內西主正線	調車場
抵達進路c	調車場	站內東主正線	離開進路c	站內東主正線	東正線
抵達進路d	調車場	站內東副正線	離開進路d	站內東副正線	東正線

58

臺鐵基隆站

- 調整軌道佈置對容量之影響
 - 輸入參數設定 - 行駛路徑

行駛路徑名稱	抵達進路名稱	離開進路名稱	示意圖
行駛路徑A	抵達進路a	離開進路a	
行駛路徑B	抵達進路b	離開進路b	
行駛路徑C	抵達進路c	離開進路c	
行駛路徑D	抵達進路d	離開進路d	

59

臺鐵基隆站

- 調整軌道佈置對容量之影響
 - 輸入參數設定 - 交通組成與站內停靠時間

運行方向	車種名稱	組成比例	行駛路徑	站內停靠時間
下行	自強號	10%	行駛路徑C 行駛路徑D	5分鐘 (300秒)
	區間車	40%	行駛路徑C 行駛路徑D	5分鐘 (300秒)
上行	自強號	10%	行駛路徑A 行駛路徑B	3分鐘 (180秒)
	區間車	40%	行駛路徑A 行駛路徑B	3分鐘 (180秒)

60

臺鐵基隆站

- 調整軌道佈置對容量之影響
 - 輸入參數設定 - 號誌安全時距

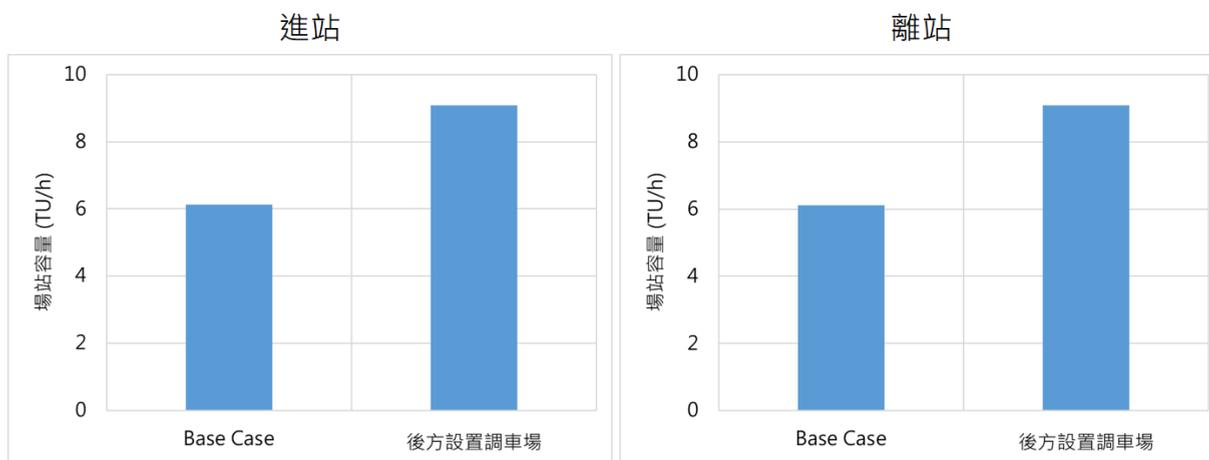
先行 \ 續行	抵達進路a	抵達進路b	抵達進路c	抵達進路d	離開進路a	離開進路b	離開進路c	離開進路d
抵達進路a	540	360	-	-	-	-	-	-
抵達進路b	360	540	-	-	-	-	-	-
抵達進路c	-	-	660	360	-	-	-	-
抵達進路d	-	-	360	660	-	-	-	-
離開進路a	360	-	-	-	540	360	-	-
離開進路b	-	360	-	-	360	540	-	-
離開進路c	-	-	360	-	-	-	660	360
離開進路d	-	-	-	360	-	-	360	660

單位：秒

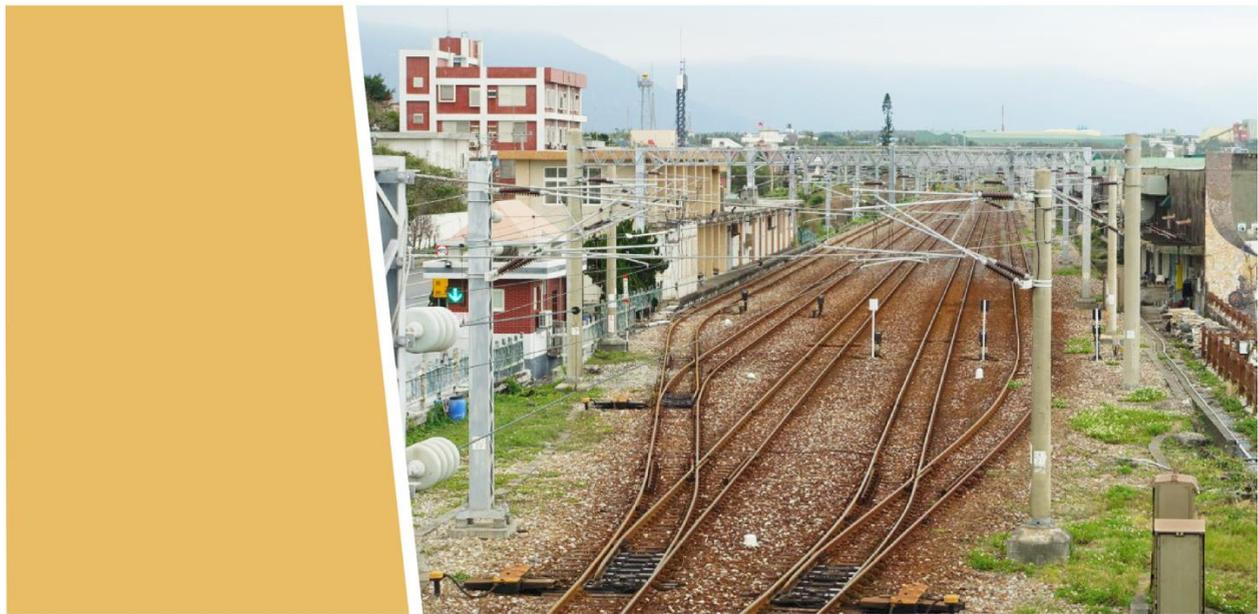
61

臺鐵基隆站

- 調整軌道佈置對容量之影響
 - 分析結果



62



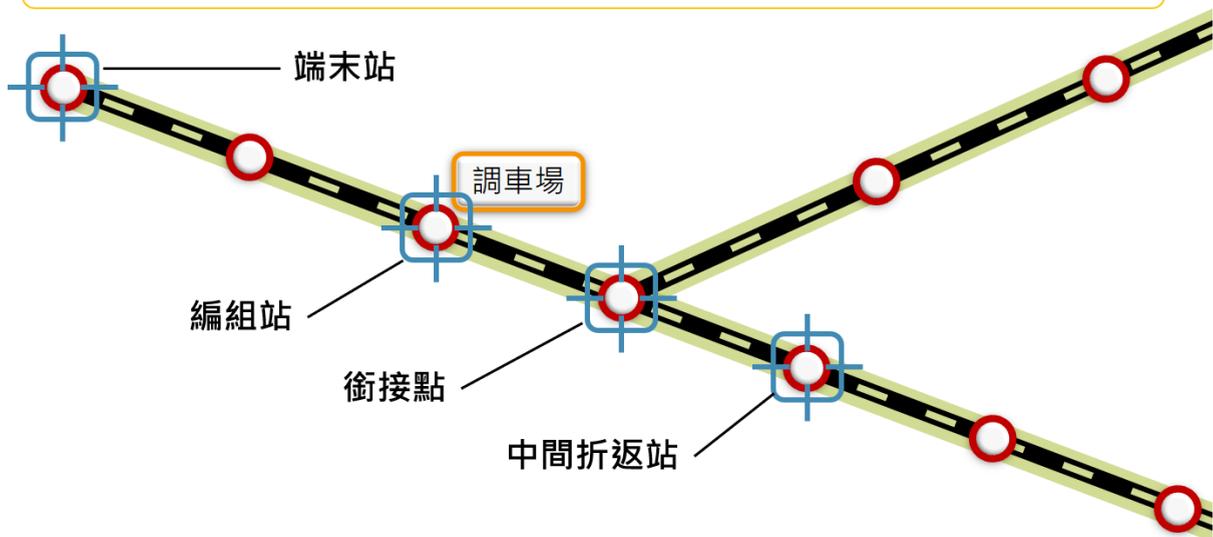
Part 5

結論與建議

63

結論

歸納列車於場站內的運轉特性，建構了可分析各類型車站之場站容量的分析模式，並透過案例分析確認模式演算過程與運作方式的正確性，完備了國內鐵道容量分析技術



64

結論

針對臺鐵實際案例的容量分析結果與臺鐵局的認知相符

車站	分析結果
基隆	➤ 平均每小時進出6.73列車
蘇澳	➤ 平均每小時進出4.94列車
樹林	➤ 平均每小時從北端進11.19列車、出11.08列車
花蓮	➤ 平均每小時從北端進6.31列車、出6.26列車
新竹	➤ 平均每小時從北端主線進6.66列車、出6.63列車
	➤ 平均每小時從南端主線進6.66列車、出6.69列車
	➤ 平均每小時從支線進出3.23列車

註：以上結果尚未考慮運轉寬裕

在規劃與設計階段，建議場站容量分析的運轉寬裕時間係數採用0.15，以保有較多寬裕讓營運時能維持一定服務水準

65

結論

根據敏感度分析之結果有以下幾點結論

- ◆ 列車於站內停靠的時間，以及號誌安全時距的增加皆對場站容量有負面的影響，時間愈長的參數愈可能是造成瓶頸的主因
- ◆ 站內軌道數的增加可提升場站容量，但列車進出仍要保持號誌安全時距，故容量不會隨著軌道數增加而無止盡的提升
- ◆ 由於折返、始發或終點列車於站內會停靠較多時間，同時列車運行也較容易與其他列車產生平面交叉，因此減少這些列車之比例可提升場站容量

本模式在應用上，亦可針對軌道佈置改變來比較其容量差異，可供在設計規劃時，評估不同場站配置方案優劣之需求

66

建議

以本模式為演算核心，在「傳統暨區域鐵路系統容量分析軟體」中開發場站容量分析功能

建議未來可標準化或簡化號誌安全時距的設定方式，以利於上述未來軟體功能的開發

適時將研究成果編入「臺灣鐵道容量手冊」中，同時加強範例說明，讓使用者容易了解並能正確操作使用

未來應發展先進號誌安全時距計算模組，以因應不同號誌系統之鐵道系統的容量分析需求

67

建議

善用鐵道容量系列研究之成果，建立「全國城際鐵道容量與利用率資訊平臺」

彙整容量分析所需資料，並建置成資料庫供分析人員使用，同時應建立資料維護與更新機制，以確保資料的正確性

教育訓練不論是對顧問公司或政府機關都有極高助益，建議未來應持續視其需求滾動調整辦理

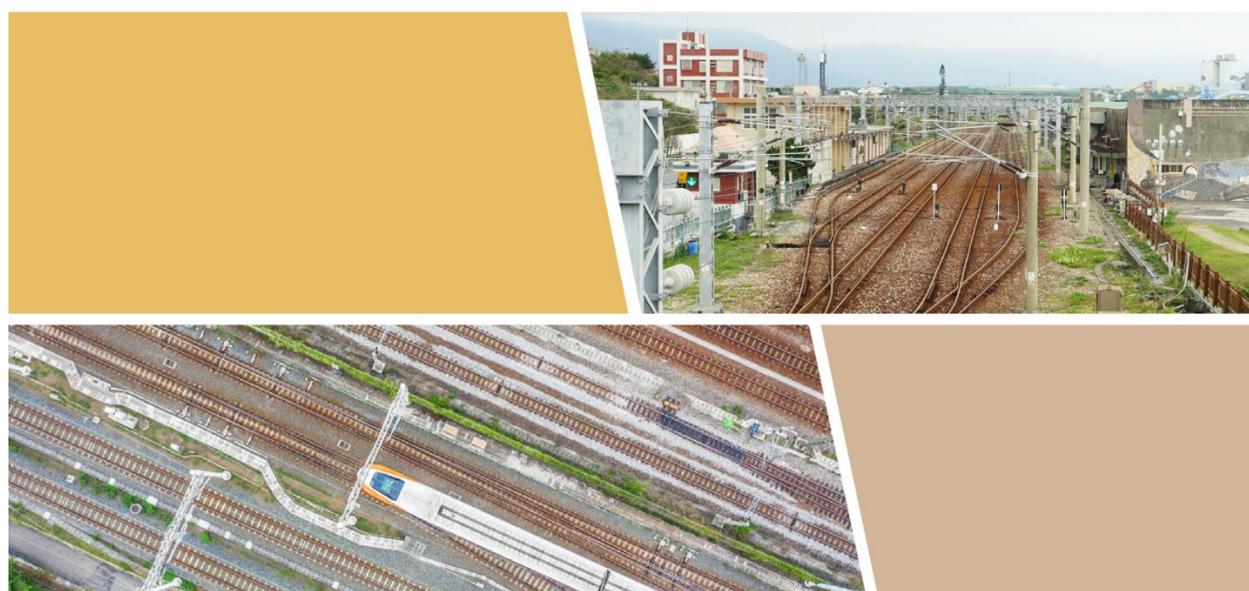
建議政府應建立制度，在鐵道建設的可行性研究和綜合規劃階段，必須進行容量分析並經過審議，以確保在建設完成後能提供預期之容量

68

履約項目檢核

	履約要求	完成內容
✓	文獻回顧	相關內容詳見期末報告第二章
✓	邀相關單位及學者專家研商後續研究方向	已於學者專家座談會中進行討論
✓	構建可分析編組站及末端站之容量分析模式	相關內容詳見期末報告第三章
✓	案例分析	相關內容詳見期末報告第四章和第五章
✓	辦理學者專家座談會	分別於7/7和11/10完成辦理
✓	辦理教育訓練	分別於6/9和10/25完成辦理
✓	鐵道容量檢核案例	已於教育訓練中進行說明
✓	研究成果投稿	已於12/7在運輸學會2023年學術論文國際研討會發表
	成果展示海報	將於結案前以數位檔案形式交付

69



簡報結束 誠摯感謝

城際鐵道容量分析暨應用研究(1/2)－編組站及末端站之容量模式構建



